UNIERSITATEA TEHNICĂ GHEORGHE ASACHI DIN IAȘI
FACULTATEA DE MECANICĂ

Conf.univ.dr.ing. IOAN BĂISAN

CONSERVAREA PRODUSELOR AGROALIMENTARE

(curs pentru studenții anului II master, specializarea Tehnici nepoluante în industria agroalimentară)

2018

C U P R I N S

I. PRINCIPII DE CONSERVARE A ALIMENTELOR

Alimentele sunt materii biologice provenite din agricultură și care, pentru a putea fi consumate un timp îndelungat, trebuie supuse unor operații menite să le mărească durata de păstrare nealterate. Acest lucru este posibil prin aplicarea unor metode de condiționare primară sau industrializare, caz în care se obțin produse finite de larg consum și a căror durată de păstrare este de cele mai multe ori superioară condiționării.

Industria alimentară a cunoscut o dezvoltare susținută și dispune la momentul de față de o gamă diversă de metode și tehnici de conservare a alimentelor. În ansamblul ei, industria alimentară este caracterizată prin câteva probleme specifice.

O primă problemă specifică industriei alimentare o constituie *natura biologică a materiei prime prelucrate*. Acestea sunt materii prime vegetale şi animale şi, datorită componenţilor biochimici, sunt foarte labile sub acţiunea factorilor externi şi interni, degradându-se rapid. În aceste condiţii este necesară o acţiune promptă pentru încetinirea sau eliminarea acestui dezavantaj, prin tratamente şi prelucrări specifice.

Producţia agricolă este obţinută în anumite perioade ale anului (sezonieră) şi calitatea ei depinde de tehnologia de cultivare şi de creştere a diferitelor specii din regnul animal, dar mai ales din regnul vegetal.

O a doua problemă a industriei alimentare este *sensul complex al noţiunii de calitate*. Dacă pentru unele industrii calitatea se referă la una sau mai multe însuşiri de natură fizică sau chimică, bine definite, un produs alimentar trebuie să îndeplinească obligatoriu trei condiţii: să fie salubru, să prezinte valoare alimentară şi să aibă calităţi senzoriale.

Produsele şi subprodusele rezultate din industria alimentară sunt destinate în special consumului uman şi au o acţiune determinantă asupra dezvoltării şi a stării de sănătate a organismului. Deoarece rebuturile sunt în general rebuturi totale, în puţine situaţii ele putând fi recuperate şi cu costuri foarte mari, pentru a obţine produse care să corespundă tuturor exigenţelor privind condiţiile de calitate şi a evita pierderile, este necesară acordarea unei atenţii deosebite începând cu recoltarea materiilor prime şi până la distribuirea produselor către consumator.

Pentru o mai bună definire a calităţii unui produs alimentar, pe lângă cele trei condiţii obligatorii mai trebuie adăugată şi o a patra condiţie, respectiv să aibă calitate de prezentare.

Cu toate acestea, inocuitatea unui produs alimentar este cea mai importantă condiţie la care trebuie să răspundă, în caz contrar el devine din produs util un pericol pentru consumator, fiind una din principalele surse de îmbolnăviri, în unele cazuri cu efect letal.

O a treia problemă a industriei alimentare o reprezintă *diversitatea*, determinată pe de o parte de materia primă supusă prelucrării, iar pe de altă parte de procedeele de prelucrare şi gama de produse rezultate.

Transformarea unui produs alimentar în unul dăunător organismului uman are la bază mai multe cauze care se pot clasifica astfel:

► infecţii alimentare ce se pot răspândi prin contact:

- *sursa de infecţie animalele*: bruceloză, tuberculoză, antrax, trichinoză, febra aftoasă, etc.;

- *sursa de infecţie omul*: dizenterie bacteriană sau ameobică, hepatită infecţioasă, poliomelită, helmintioze;

► toxicoze alimentare:

- *de natură microbiană, cu multiplicare prealabilă a agentului în produsul alimentar*: toxiinfecţii produse de microorganisme precum salmoneloze, bacilul dizenteriei, bacterii intestinale, streptococi, intoxicaţii cu toxine stafilococice şi micotoxine;

- *de natură nemicrobiană*: substanţe toxice ca efecte ale poluării materiilor prime (pesticide, substanţe toxice din tratamentele fitosanitare, antibiotice şi hormoni de creştere la animale, radionucleotizi, metale grele şi substanţe cancerigene ca efecte ale poluării apei solului şi aerului, substanţe toxice datorate procesului tehnologic de fabricaţie precum antiseptici, coloranţi, substanţe toxice formate prin prelucrări termice, toxicoze datorate unor alimente convenţional comestibile precum unele leguminoase crude sau cartofi încolţiţi, toxicoze datorate unor produse necomestibile precum ciuperci otrăvitoare, glande suprarenale, pancreas).

Microorganismele care acționează asupra produselor agroalimentare au cea mai mare contribuție la deprecierea calitativă a acestora și, din punct de vedere al comportamentului față de temperatură, ele se pot grupa astfel:

- microorganisme psihrofile sau criofile: au capacitatea de a se dezvolta la temperaturi scăzute cuprinse între -10 ^{0}C și +8 ^{0}C;

- microorganisme mezofile: sunt cele mai multe microorganisme dăunătoare și au intervalul de dezvoltare cuprins între 0 - 45 ^{0}C;

- microorganisme termofile: au capacitatea de a se dezvolta la temperaturi ridicate cuprinse între 30 - 75 ^{0}C.

Mărirea duratei de păstrare a alimentelor în condiții salubre se poate realiza prin diverse procedee care, la modul general se pot clasifica astfel:

● separarea microorganismelor prin procedee fizice;

● reducerea până la oprire a dezvoltării microorganismelor;

● distrugerea prin diverse mijloace a microorganismelor;

● metode combinate.

Ținând cont de principiul biologic caracteristic, Nichitinschi a făcut următoarea clasificare a procedeelor de conservare:

● ***anabioza*** sau principiul biologic al vieţii latente: se bazează pe încetinirea fenomenelor vitale atât a produselor, cât şi ale microorganismelor dăunătoare;

● ***cenoanabioza***: constă în asigurarea unor condiţii favorabile dezvoltării anumitor microorganisme cu acţiune bacteristatică sau procese biochimice de maturare;

● ***abioza*** sau lipsa de viaţă: constă în distrugerea microorganismelor din produse folosind agenţi externi.

Starea de anabioză a unui produs alimentar se poate realiza prin următoarele mijloace:

a) fizice:

- refrigerare *(psihroanabioza)* şi care constă în păstrarea produselor la temperaturi scăzute, deasupra punctului de congelare;

- congelare *(crioanabioza)* și care constă în congelarea unei părţi din apa conţinută de produs;

- uscarea *(xeroanabioza);* presupune scăderea conţinutului în apă a produsului sub limita necesară desfăşurării proceselor vitale ale agenţilor biologici;

- sărarea *(haloosmoanabioza);* determină creşterea presiunii osmotice prin deshidratarea parţială a microorganismelor;

- zaharare sau adăugarea de zahăr *(sacchroosmoanabioza);* se bazează pe realizarea fenomenului de plasmoliză;

b) chimice:

- acidifiere artificială, folosind acidul acetic *(acidoanabioza);*
- păstrare în spaţii cu gaze inerte precum CO_2 sau N_2 *(anoxianabioza);*
- păstrare în spaţii sub presiune de bioxid de carbon *(narcoanabioza);*

Starea de cenoanabioză a unui produs alimentar se pot realiza astfel:

- prin sărare slabă *(halocenoanabioza);*
- prin acidifiere naturală, rezultată în urma fermentaţiei lactice *(acidocenoanabioza);*
- cu produse fermentate alcoolic *(alcoolcenoanabioza).*

Starea de abioză a unui produs alimentar se obţine prin următoarele mijloace:

a) mecanice:

- filtrare sterilă, folosind tehnicile de membrană *(sestoabioza):*
- păstrare în mediu aseptic *(aseptoabioza);*

b) fizice:

- pasteurizare şi sterilizare termică utilizând căldura prin tehnicile clasice sau cu ajutorul radiaţiilor infraroşii, a microundelor, prin încălzire ohmică, încălzire indirectă cu efect Joule, etc. *(termoabioza);*
- pasteurizare şi sterilizare cu radiaţii gamma, ultraviolete, electroni acceleraţi *(radioabioza);*

c) chimice:

- tratamente cu antiseptici *(antiseptoabioza);*
- tratamente cu antibiotice.

Produsele alimentare conservate pe principiile anabiozei şi a cenoanabiozei asigură durate de păstrare limitate, determinate de însăşi acţiunea agenţilor de conservare utilizaţi.

Conservarea pe principiul abiozei conferă produselor alimentare cea mai mare durată de păstrare, teoretic nelimitată. Cu toate acestea, o serie de modificări de natură chimică ce au loc în produse sau interacţiunile dintre diverşii constituenţi, duc la o limitare în timp a duratei de păstrare a lor.

În ultimii ani s-au dezvoltat și alte metode de conservare a alimentelor de tipul atermice, dintre cele mai importante fiind:

- conservarea cu ajutorul presiunilor înalte: la presiuni de 4000-10000 bar în produsele alimentare se produc modificări importante care inactivează, reduc activitatea sau stimulează acțiunea diverselor enzime, mărind conservabilitatea;

- conservarea cu ajutorul câmpului magnetic: câmpul magnetic static sau oscilant produce acțiune cu efect letal asupra unor microorganisme, cu păstrarea calităților senzoriale și nutriționale ale produselor;

- conservarea cu ajutorul câmpului electric pulsatoriu de înaltă tensiune: aceste impulsuri determină la potențial de peste 1V în membrana celulară distrugerea microorganismelor dăunătoare, cu păstrarea principiilor nutritive:

- conservarea cu ajutorul impulsurilor ultrascurte de lumină: impulsurile generate de un laser sau o lampă tip flash determină distrugerea microorganismelor de la suprafața interioară a ambalajului, cu deosebire la produsele refrigerate și congelate, mărind considerabil durata de păstrare sau depozitare.

II. CONSERVAREA ALIMENTELOR CU AJUTORUL FRIGULUI
2.1. Caracteristicile termofizice ale alimentelor

Marea varietate şi complexitate a produselor alimentare de origine vegetală și animală este determinată, din punct de vedere fizico-chimic, de faptul că acestea se pot prezenta de la faza complet lichidă până la faza complet solidă, de la soluţii apoase simple şi până la dispersii coloidale complexe. Scăderea temperaturii lor încetineşte sau blochează principalele modificări ce au loc în timpul păstrării.

Utilizarea tehnologiilor frigorifice permite asigurarea unor condiţii optime de păstrare, transport şi distribuţie a alimentelor, cu pierderi minime de substanţe nutritive. Totodată, se înregistrează consumuri mici de energie şi materiale auxiliare, comparativ cu alte tehnologii de conservare.

În practică, în industria alimentară se folosesc trei metode de conservare cu ajutorul frigului şi care sunt refrigerarea, congelarea şi liofilizarea.

Utilizarea corectă a tehnologiilor de conservare prin frig a alimentelor presupune o bună cunoaştere a proprietăţilor fizice şi chimice ale acestora, precum şi felul în care ele reacţionează la scăderea temperaturii.

În funcţie de structura lor produsele alimentare pot fi: structuri cu celule intacte, cu celule complet distruse sau cu celule parţial distruse.

Proprietăţile termofizice ale produselor alimentare sunt determinante la calculul necesarului de frig şi la stabilirea parametrilor tehnologici de răcire şi de congelare. Datorită complexităţii structurii, a modului de legare a apei şi a caracterului forţelor de legătură dintre constituenţi, proprietăţile termofizice au valori cu domenii mari de variaţie.

Principalele proprietăţi termofizice sunt: densitatea, căldura masică specifică, căldura latentă specifică de solidificare, entalpia specifică, conductivitatea şi difuzivitatea termică.

Căldura masică specifică a unui produs alimentar reprezintă raportul dintre cantitatea de căldură *Q* necesară a fi transferată unui produs cu masa *m*, pentru a-şi modifica temperatura cu *ΔT*, în anumite condiţii şi fără schimbarea stării de agregare:

$$c_p = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad [kJ/kg \cdot K] \tag{2.1}$$

Când produsul alimentar este alcătuit din *n* componenţi, componentul *i* având participaţia masică $\mu_i = m_i / m$ şi căldura specifică c_{p_i}, căldura specifică a produsului poate fi calculată cu relaţia:

$$c_p = \sum_{i=1}^{n} \mu_i \cdot c_{p_i} = \mu_1 \cdot c_{p_1} + \mu_2 \cdot c_{p_2} + ... + \mu_n \cdot c_{p_n} \tag{2.2}$$

În tabelul 2.1 sunt prezentate valori ale căldurilor masice specifice la câteva produse alimentare vegetale, pentru diferite temperaturi.

Căldura latentă specifică de solidificare a unui produs alimentar variază direct proporţional cu participaţia apei în produs μ_a [kg apă/kg produs], după relaţia:

$$\rho_{l_s} = 333{,}1 \cdot \mu_a \quad [kJ/kg] \tag{2.3}$$

în care 333,1 reprezintă căldura latentă de solidificare a apei $[kJ/kg]$.

Valorile căldurii latente specifice de solidificare sunt cuprinse între 217-318 *[kJ/kg]* la majoritatea legumelor şi între 250-305 *[kJ/kg]* la cele mai multe dintre fructe.

Entalpia specifică este o mărime termică de stare, cu ajutorul căreia se determină necesarul de frig în procesele tehnologice de răcire a produselor alimentare. Dacă un produs de masă *m* [*kg*] cu temperatura T_0 [*K*] urmează a fi răcit până la temperatura T_1, atunci cantitatea de căldură ce trebuie extrasă din produs va fi:

Tabelul 2.1. *Variaţia căldurii masice specifice cu temperatura pentru câteva produse vegetale*

Temperatura (^{0}C)	Produsul (procentul de apă)						
	mazăre (80 %)	morcov (88 %)	fasole verde (68,6 %)	tomate (94,8 %)	mere (83,7 %)	piersici (89,6 %)	căpşuni (90,9 %)
10	3,43	3,89	3,27	3,68	3,73	3,81	4,02
4	3,43	3,89	3,27	3,68	3,73	3,81	4,02
-12	3,81	4,10	2,85	3,31	4,48	4,27	3,85
-18	2,93	2,97	2,13	2,60	2,89	3,22	2,85
-23	2,47	2,43	1,76	2,18	2,22	2,60	2,43
-29	2,18	2,13	1,55	1,97	1,93	2,22	2,22
-34	2,01	1,97	1,51	1,80	1,80	1,93	2,13
-40	1,88	1,84	1,51	1,67	1,76	1,72	2,09

Tabelul 2.2. *Caracteristicile termofizice ale legumelor*

Produsul	conductivitatea termică λ, W/m.K	căldura specifică c_p , J/kg.K	difuzivitatea termică $a \cdot 10^8$, m^2/s	temperatura de îngheţ ^{o}C
Cartofi	0,592-0,626	3605-3640	15,8-16,6	-1,2
Morcovi	0,584-0,625	3725-3850	16,2-16,9	-1,8
Sfeclă	0,603-0,630	3645-3850	16,4-17,2	-1,6
Varză	0,986-1,321	3680-3940	27-32	-0,9
Vinete	0,364-0,375	3815-3960	11,5-12,2	-0,92
Ceapă	0,410-0,486	3520-3745	12,7-13,6	-1,62
Castraveţi	0,425-0,484	3935-4110	10,8-11,7	-0,8
Mazăre verde	0,260-0,310	3258-3394	12,4-13,1	-1,05
Ciuperci		3762-3941		-1,1
Dovlecei		3852-4019		-1,2
Ardei		3896-3974		-0,8
Tomate	0,563-0,652	3925-4036	13,8-14,7	-0,85
Fasole păstăi		3710-3864		-1,35
Usturoi		3110-3250		-2,57
Salată		3987-4120		-0,68
Ridiche		3932-4053		-1,05

$$Q = m \cdot (i_0 - i_1) \ \ [kJ], \tag{2.4}$$

în care i_0 şi i_1 sunt entalpiile specifice (*J/kg*) corespunzătoare temperaturilor T_0 şi T_1.

Dacă un produs este alcătuit din *n* componenţi, pentru componentul *i* având participaţia masică μ_i şi variaţia de entalpie specifică Δi_i, cantitatea de căldură ce trebuie

extrasă de la 1 kg produs este egală cu variaţia de entalpie specifică a produsului Δi_p şi se determină cu relaţia:

$$\Delta i_p = \sum_{i=1}^{n} \mu_i \cdot \Delta i_i \qquad (2.5)$$

Dacă se cunosc temperaturile iniţială (T_0), de solidificare (T_s) şi finală (T_1), căldura latentă de solidificare ρ_s şi căldurile masice specifice intervalelor T_0-T_s şi T_s-T_1, atunci entalpia specifică a elementului *i* se determină cu relaţia:

$$\Delta_{i_i} = c_{p_0}(T_0 - T_s) + \rho_s + c_{p_1}(T_s - T_1) \qquad (2.6)$$

Conductivitatea termică a produselor alimentare scade odată cu temperatura, până în zona de solidificare, moment în care are loc o scădere bruscă, urmată de o uşoară creştere cu ridicarea temperaturii. În general la produsele de origine vegetală conductivitatea termică are valori între 0,396-0,670 [*W/mK*] la temperaturi mai mari de 0^0 C, între 0,381-1,256 [*W/mK*] la temperaturi cuprinse între 0^0C ....-10^0C şi între 0,328-1,122 [*W/mK*] la temperaturi cuprinse între -10^0C ....-20^0C.

Tabelul 2.3.*Carateristicile termofizice ale fructelor*

Produsul	conductivitatea termică λ, W/m.K	căldura specifică c_p , J/kg.K	difuzivitatea termică $a \cdot 10^8$, m^2/s	temperatura de îngheţ ^oC
Caise	0,654-0,845	3349-3864	14,3-15,4	-2,56
Cireşe	0,514-0,612	3710-3854	14,5-16,1	-2,57
Căpşuni	0,610-0,822	3802-3854	14,3-16,1	-1,0
Gutui	0,485-0,593	3654-3725	14,0-15,8	-2,1
Mere	0364-0,586	3642-3768	14,2-16,7	-1,98
Pepene verde		3768-3935	14,0-16,0	-1,3
Pepene galben		3868-3942	14,0-16,0	-1,3
Prune	0,420-0,578	3517-3605	14,9-16,1	-1,7
Piersici	0,491-0,596	3589-3674	14,3-16,2	-1,2
Pere	0,495-0,632	3624-3721	14,5-16,5	-2,37
Vişine	0,521-0,630	3321-3745	15,1-16,6	-2,4

Difuzivitatea termică exprimă inerţia termică a materialului şi se determină cu relaţia:

$$a = \frac{\lambda}{\rho} \frac{m\Delta T}{Q} \quad [m^2/h] \qquad (2.7)$$

în care ρ este densitatea produsului.

În tabelele 2.2 - 2.5 sunt prezentate valorile medii ale caracteristicilor termofizice pentru principalele sortimente de legume și fructe, respectiv carne și lapte.

Starea fizică a unui fluid este determinată de anumite mărimi denumite parametri de stare (temperatură, presiune, volum specific, etc.) care, atunci când fluidul îşi modifică starea capătă valori noi, fluidul suferind o transformare de stare.

Trecerea unei substanţe dintr-o stare de agregare în alta reprezintă o schimbare sau transformare de fază, valorile presiunii şi temperaturii la care are loc definind starea de

saturaţie.

Tabelul 2.4. *Caracteristicile termofizice ale unor sortimente de carne*

Sortimentul	densitatea kg/m^3	conductivitatea termică λ, W/m.K	căldura specifică c_p , J/kg.K	difuzivitatea termică $a \cdot 10^8$, m^2/s
Carne de vită				
- grasă	960-980	0,450	2512	18,7
- slabă	970-1070	0,561	3182	18,0
- intermediară	1050	0,493	2920	15,6
Carne de porc	940-960	0,411	2177	19,8
	1070	0,482	2185	22,1
Carne de pasăre	1020-1070	0,417	3307	12,4
Deșeuri de carne	970-990	0,601	3475	17,5
Carne sărată	1110	0,124	3447	3,1

Tabelul 2.5. *Caracteristicile termofizice ale unor sortimente de lapte și zer*

Sortimentul	densitatea kg/m^3	conductivitatea termică λ, W/m.K	căldura specifică c_p , J/kg.K	difuzivitatea termică $a \cdot 10^6$, m^2/s
Lapte				
- integral	1031	0,495	3935	0,122
- smântânit	1036	0,547	3956	0,114
- concentrat	1100	0,316	2888	0,097
- cu zahăr	1280	0,267	2260	0,092
- bătut	1032	0,453	3935	0,114
Zer lichid	1027	0,541	4082	0,128
Zer praf	500	0,130	1800	0,144
Lapte praf				
- uscat pe valțuri	600	0,163	2093	0,131
- uscat prin atomizare	659	0,186	1925	0,150
- degresat	570	0,122	1716	0,125
Smântână 20 %	1013	0,348	2620	
Unt nesărat	944	0,202	2143	

În cazul în care nu intervine o schimbare de fază, cantitatea de căldură *Q* schimbată de un corp este proporţională cu masa corpului *m*, cu variaţia de temperatură *ΔT* şi natura corpului (relaţia 2.1). Produsul $m \cdot c_p$ se numeşte capacitate calorică şi reprezintă cantitatea de căldură primită sau cedată de corp pentru a-şi modifica temperatura cu un grad Kelvin.

Totodată căldura primită de corp determină creşterea temperaturii (fără schimbare de fază) şi ea poartă denumirea de <u>căldură sensibilă</u>. Când prin absorbţia sau cedarea căldurii de către un corp are loc o schimbare de fază, fără a se produce o variaţie a temperaturii lui, această căldură se numeşte <u>căldură latentă</u>. Astfel căldura necesară

vaporizării unei mase de lichid se numeşte căldură latentă de vaporizare, iar în mod asemănător vom avea căldură latentă de condensare, de topire, de solidificare, etc.

Transferul de căldură dintre două corpuri (sau transfer termic) se produce într-un interval de timp $\Delta\tau$, fluxul de căldură fiind:

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta\tau} \quad [W] \tag{2.8}$$

Dacă transferul de căldură se face prin intermediul suprafeţei *S* (m^2), se defineşte densitatea de flux de căldură:

$$q = \frac{Q}{\Delta\tau \cdot S} \quad [W/m^2] \tag{2.9}$$

Conducţia termică reprezintă transferul de căldură de la o particulă la alta. Pentru suprafaţa *S* [m^2] a unui perete plan, omogen, de grosime δ[m], având pe cele două feţe temperaturile $T_1 > T_2$ [K], se defineşte fluxul de căldură transmis prin conducţie Φ_{cond} exprimat prin:

$$\Phi_{cond} = \lambda \cdot S \frac{T_1 - T_2}{\delta} \tag{2.10}$$

în care λ este coeficientul de conductibilitate termică [*W/m*].

În acest caz densitatea de flux termic este:

$$q_{cond} = \frac{\lambda}{\delta}(T_1 - T_2) \tag{2.11}$$

Convecţia termică reprezintă transferul de căldură între un fluid în mişcare şi suprafaţa unui corp solid cu care vine în contact. Pentru un solid cu suprafaţa *S*, temperatura T_s la suprafaţa de contact şi un fluid cu temperatura medie $T_m < T_s$, fluxul de căldură transmis prin convecţie Φ_{conv} este:

$$\Phi_{conv} = \alpha \cdot S(T_s - T_m) \tag{2.12}$$

în care α este coeficientul de convecţie [W/m^2K].

Convecţia termică poate fi liberă sau naturală (mişcarea fluidului este determinată de diferenţe de presiune create de diferenţele de temperatură) sau forţată (mişcarea fluidului este determinată de cauze exterioare lui), transferul de căldură fiind cu atât mai intens cu cât viteza medie a fluidului este mai mare.

Radiaţia termică are drept suport material undele electromagnetice, fiind rezultatul unor excitaţii interatomice complexe. În acest caz se defineşte fluxul de căldură transmis prin radiaţie termică Φ_{rad} între două suprafeţe S_1 cu T_1, respectiv S_2 cu T_2, cu $T_1 > T_2$, ca fiind:

$$\Phi_{rad} = e_{12} \cdot C_0 \cdot S_1 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] \tag{2.13}$$

în care: e_{12} este coeficientul de emisie mutual între cele două corpuri, în funcţie de natura şi modul de aşezare a suprafeţelor care schimbă căldura;

C_0 –coeficientul de radiaţie a corpului negru (C_0 =5,667 W/m^2K^4).

De obicei în industria alimentară transferul de căldură dintre două fluide se face printr-un perete despărţitor. Fluxul termic în acest caz este dat de relaţia:

$$\Phi = \frac{S(T_1 - T_2)}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \tag{2.14}$$

în care α_1, α_2 sunt coeficienţii de convecţie termică pe cele două părţi ale peretelui, iar *S* este suprafaţa peretelui omogen.

Dacă se notează cu *k* numitorul relaţiei (2.14) şi se defineşte ca fiind coeficientul global de transfer termic [*W/m²K*], atunci fluxul de căldură devine:

$$\Phi = k \cdot S(T_1 - T_2) \qquad (2.15)$$

Procedeele de obţinere a frigului au la bază procese care pot fi clasificate astfel:

♦ procese cu agent frigorific:

- *în circuit deschis*: cu gheaţă, cu amestecuri refrigerente, prin evaporarea apei sau a altor lichide, prin vaporizarea unor lichide la saturaţie;
- *în circuit închis prin vaporizarea unor lichide la saturaţie*: în instalaţii cu comprimare mecanică, în instalaţii cu absorbţie, în instalaţii cu ejectoare;

♦ procese fără agent frigorific: prin fenomene termoelectrice, fenomene termomagnetice, fenomene termomagnetoelectrice.

Producerea temperaturilor scăzute cu ajutorul gheţii şi a amestecurilor refrigerente.

Gheaţa hidrică şi gheaţa uscată (bioxid de carbon solid) produc temperaturi scăzute prin absorbţia căldurii latente de topire, respectiv de sublimare. La presiunea atmosferică gheaţa uscată sublimează la –78,9 ^{0}C.

La concentraţii eutectice, soluţiile apoase ale sărurilor se solidifică în masă la temperaturi sub zero grade Celsius, specifice fiecărei sări. Supuse congelării, sărurile eutectice sunt folosite ca surse de frig la răcirea vagoanelor şi autodubelor de transport al produselor alimentare.

Producerea temperaturilor scăzute prin evaporarea în sistem deschis. În condiţionarea aerului se utilizează unele procedee de răcire prin evaporarea apei. În acest caz, intensitatea procesului de răcire depinde de mărimea suprafeţei de contact dintre apa care se evaporă şi aerul care se răceşte şi se umidifică, precum şi de viteza aerului.

Producerea temperaturilor scăzute prin vaporizarea unor lichide la saturaţie în sistem deschis. La presiunea atmosferică, unele gaze lichefiate vaporizează la temperaturi de fierbere scăzute şi cu o căldură latentă de vaporizare apreciabilă. Astfel, azotul lichid vaporizează la –196 ^{0}C iar freonul R12 la –30,5 ^{0}C.

Azotul lichid, bioxidul de carbon lichid şi unii freoni sunt utilizaţi ca agenţi de răcire prin vaporizare în sistem deschis la congelarea unor produse alimentare prin imersie sau stropire, precum şi la răcirea mijloacelor de transport frigorifice.

Producerea temperaturilor scăzute în instalaţii cu comprimare mecanică de vapori. Compresorul aspiră vaporii de agent aflaţi la presiune scăzută din vaporizator şi-i comprimă până la presiunea ridicată din condensator, consumând o cantitate de energie. În condensator vaporii sunt condensaţi cedând căldura latentă de condensare agentului de răcire al condensatorului. Agentul lichid de presiune înaltă trece prin robinetul de laminare, destinzându-se până la presiunea scăzută din vaporizator. Aici, pe baza căldurii preluate de la obiectul supus răcirii, agentul frigorific vaporizează, vapori ce sunt aspiraţi de compresor, ciclul repetându-se.

Producerea temperaturilor scăzute în instalaţii cu absorbţie (cu comprimare termochimică). Procedeul are la bază acelaşi fenomen de vaporizare la saturaţie. În acest caz aspiraţia vaporilor formaţi în vaporizator se realizează pe cale termochimică, ce are la bază proprietăţile unor lichide de a absorbi vaporii altor substanţe (agenţi frigorifici) formând o soluţie binară omogenă. Soluţia cu o concentraţie mare de vapori absorbiţi,

denumită soluţie bogată, este încălzită în fierbător (folosind un agent termic). Vaporii de agent termic degajaţi de soluţie sunt condensaţi în condensatorul răcit cu apă, unde cedează căldura latentă de condensare.

Agenţii frigorifici sunt fluide care transportă în cadrul unei instalaţii frigorifice căldura preluată de la produsul alimentar către mediul exterior (materializat de către agentul de răcire al condensatorului). Folosirea unui agent frigorific se face în funcţie de proprietăţile termodinamice, de gradul de periculozitate şi toxicitate, de considerente economice.

Amoniacul este utilizat la presiuni de 14-16 bar, iar presiunea de vaporizare scade sub cea atmosferică la valori de –33,4 ^{0}C. Este toxic şi exploziv, are căldura latentă de vaporizare mare, corodează cuprul şi aliajele sale, motiv pentru care este înlocuit cu alţi agenţi frigorifici.

Freonii sunt derivaţi halogenaţi ai hidrocarburilor saturate. Se simbolizează prin literele R sau F, urmate de un grup de cifre care indică codificat compoziţia chimică (R12, R22, R11, R21, R143, ş.a.). Nu sunt toxici, nu sunt explozivi în contact cu aerul, nu sunt inflamabili, dar au căldura latentă de vaporizare mică, fapt ce impune debite mari de agent în circulaţie, fiind utilizaţi la instalaţiile frigorifice de capacitate mai mică.

Pentru instalaţiile industriale cu absorbţie se folosesc ca agenţi de lucru soluţiile amoniac-apă şi apă-bromură de litiu.

Agenţii intermediari sunt fluide utilizate, de obicei în faza de lichid, în sisteme de răcire în care căldura este preluată de la obiectul răcit şi este transferată la o sursă rece. Se folosesc în cazurile în care contactul produsului alimentar cu agentul frigorific are efecte negative. Apare un circuit secundar între vaporizator şi obiectul răcit în care circulă agentul intermediar.

Ca agenţi intermediari se folosesc apa, aerul, soluţii apoase de săruri minerale, denumite saramuri (clorură de calciu, clorură de magneziu), soluţii apoase de alcooli (alcool etilic, mono şi dietilenglicol, propilenglicol, glicerină, poliglicoli).

Pentru a evita congelarea soluţiei apoase, se va alege concentraţia care îndeplineşte această condiţie, în plus soluţiile sunt neutralizate (pH=7), pentru a evita coroziunea folosind ca inhibitori borax, nitraţi, cromaţi, clorură de zinc, silicat de sodiu.

Instalaţia frigorifică este ansamblul componentelor unui sistem frigorific şi a elementelor necesare utilizării lui. Cele mai utilizate instalaţii frigorifice din industria alimentară sunt cele cu comprimare mecanică de vapori, realizate în diverse variante constructive. Ele se pot clasifica după mai multe criterii:

● după felul răcirii: directă sau indirectă;

● după agentul frigorific utilizat: cu amoniac, cu freoni;

● după numărul treptelor de comprimare: cu una sau mai multe trepte de comprimare;

● după modul de decongelare a suprafeţelor de răcire: cu vapori calzi de agent, prin stropire cu apă, cu încălzire electrică, etc.

Un element important în realizarea parametrilor tehnologici, dar şi în reducerea consumurilor energetice, o constituie gradul de automatizare a instalaţiilor frigorifice. Practic, instalaţia frigorifică constituie un ansamblu de subsisteme care realizează diverse funcţii de automatizare:

► realizează temperatura necesară pentru obiectul răcit;

► realizează umiditatea relativă a aerului în procesul tehnologic de răcire;

► realizează parametrii ciclului frigorific şi asigură eficienţa şi integritatea aparatelor ce compun instalaţia;

► asigură realizarea performanţelor energetice;

► permite optimizarea instalaţiei frigorifice.

Ca elemente de reglare a temperaturii în instalaţiile frigorifice se folosesc termostatele, definite ca regulatoare automate bipoziţionale sau dispozitive de protecţie automată care acţionează în funcţie de variaţia temperaturii.

2.2. Conservarea prin refrigerare a produselor alimentare

Operaţia de refrigerare constă în răcirea produselor până la temperaturi apropiate de punctul de congelare, în cele mai multe cazuri refrigerarea fiind aplicată în scopul conservării propriu-zise a produselor alimentare. Ea poate fi utilizată şi în scopul asigurării condiţiilor optime de desfăşurare a proceselor biochimice necesare fabricării unor produse sau poate constitui o fază preliminară de răcire în cazul tehnologiilor de congelare a produselor.

Metodele şi procedeele de refrigerare aplicate depind de natura şi caracteristicile fizice ale produsului, precum şi de scopul urmărit. Întrucât procesul de refrigerare este unul de tip nestaţionar, se acceptă drept criteriu de comparaţie a intensităţii acestui proces viteza de răcire globală, definită ca raportul dintre scăderea totală a temperaturii medii a produsului şi durata totală a procesului de refrigerare.

Durata procesului de refrigerare. Din punct de vedere matematic rezolvarea problemei propagării căldurii la răcirea unui produs alimentar, în regim nestaţionar, constă în determinarea câmpurilor de temperatură şi a cantităţilor de căldură transmisă în timp pentru orice punct al corpului supus răcirii. Dacă se cunosc temperaturile iniţială şi finală a produsului, prin rezolvarea problemei propagării căldurii se poate determina şi durata procesului de răcire.

S-au stabilit nomograme cu câmpurile de temperatură şi cantităţile de căldură extrase de la corpul supus răcirii în funcţie de doi invarianţi, Biott ($Bi = \frac{\alpha_a \cdot \delta}{\lambda}$) şi Fourier ($F_o = \frac{a \cdot \tau}{\delta^2}$), în care *a* este coeficientul de difuzibilitate termică, iar α_a este coeficientul de conducţie termică la suprafaţa produsului.

Există de asemeni şi relaţii simplificate de calcul a duratei proceselor de răcire.

În cazul unui corp de dimensiuni mici, de masă *m*, suprafaţă exterioară *S* şi căldură specifică c_p, pentru temperatura aerului T_a, durata procesului de răcire de la temperatura iniţială T_0 la cea finală T_f, la care se presupune că nu există un gradient de temperatură în interiorul lor, va fi:

$$\tau = \frac{m \cdot c_p}{\alpha_a \cdot S} \cdot \ln \frac{T_0 - T_a}{T_a - T_f} \qquad (2.16.)$$

Pentru corpuri de dimensiuni mai mari, la care există un gradient important de temperatură în interiorul lor, se utilizează două metode de calcul:

a) metoda lui Rutov:

- pentru un produs în formă de placă cu grosimea 2δ (m), răcită cu aer pe ambele feţe, durata de răcire se determină cu relaţia:

$$\tau = \frac{0{,}92}{a} \cdot \delta \left(\delta + 2{,}4 \frac{\lambda}{\alpha_a} \right) \cdot \lg \frac{T_0 - T_a}{T_a - T_f} + \frac{0{,}101}{a} \cdot \delta^2 \frac{\delta + 2{,}4 \frac{\lambda}{\alpha_a}}{\delta + 1{,}3 \frac{\lambda}{\alpha_a}} \qquad (2.17.)$$

- pentru un produs de forma unui cilindru circular drept cu raza *R* (m), durata de răcire este:

$$\tau = \frac{0{,}383}{a} \cdot R \left(R + 2{,}85 \frac{\lambda}{\alpha_a} \right) \cdot \lg \frac{T_0 - T_a}{T_a - T_f} + \frac{0{,}084}{a} \cdot R^2 \frac{R + 2{,}85 \frac{\lambda}{\alpha_a}}{R + 2{,}85 \frac{\lambda}{\alpha_a}} \qquad (2.18.)$$

- pentru un produs de formă sferică cu raza *R*, durata de răcire va fi:

$$\tau = \frac{0{,}223}{a} \cdot R \left(R + 3{,}2 \frac{\lambda}{\alpha_a} \right) \cdot \lg \frac{T_0 - T_a}{T_a - T_f} + \frac{0{,}073}{a} \cdot R^2 \frac{R + 3{,}2 \frac{\lambda}{\alpha_a}}{R + 2{,}1 \frac{\lambda}{\alpha_a}} \qquad (2.19.)$$

În cele trei cazuri trebuie respectate restricţiile: $\tau > 0{,}25 \cdot \delta^2 / a$ şi $\tau > o{,}25 \cdot R^2 / a$.

b) metoda duratei de înjumătăţire a diferenţei de temperatură; durata de înjumătăţire *Z* (h) a diferenţei de temperatură este timpul necesar ca diferenţa dintre temperatura iniţială a produsului t_0 şi temperatura t_a a aerului să se reducă la jumătate (τ =0,69/Z). Cunoscând valoarea experimentală a lui *Z* se calculează $\Delta T_0 = T_0 - T_a$ ce corespunde momentului iniţial al răcirii τ_o , se calculează duratele $\tau_1, \tau_2, \ldots \tau_n$ (figura 2.1.):

- se calculează diferenţele $\Delta T_1 = \frac{\Delta T_0}{2}, \ldots \Delta T_n = \frac{\Delta T_{n-1}}{2}$, calculul oprindu-se la acea valoare a lui *n* pentru care $\Delta T_n \le T_f - T_a = \Delta T_f$;

- se calculează pe intervalul $(\tau_{n-1} - \tau_n)$ durata procesului de răcire:

$$\tau = \tau_n - (\tau_n - \tau_{n-1}) \frac{\Delta T_f - \Delta T_n}{\Delta T_n - \Delta T_{n-1}} \qquad (2.20.)$$

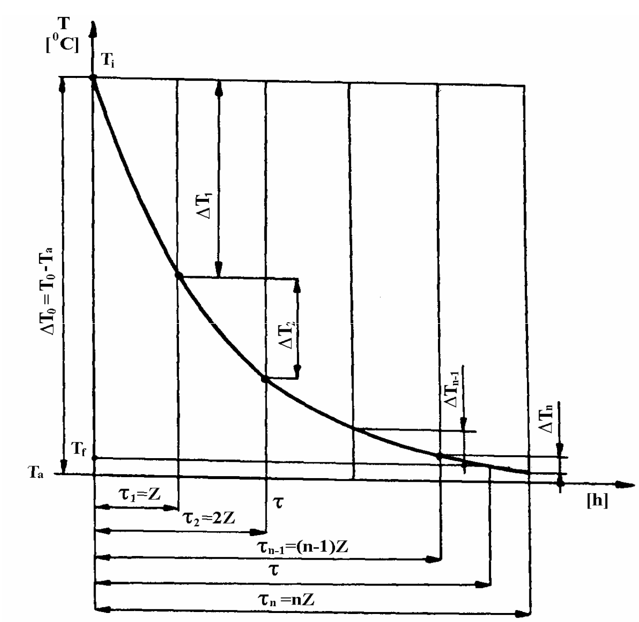


Fig 2.1.. Calculul duratei de refrigerare prin metoda înjumătăţirii diferenţei de temperatură

Pierderile în greutate în procesul de răcire a unui produs alimentar depind de mai mulţi factori. Pentru o perioadă de timp pentru care se poate admite că diferenţele dintre presiunea parţială a vaporilor de apă la suprafaţa produsului p_{vp} şi cea a vaporilor de apă din aer p_{va}, precum şi diferenţa dintre temperatura suprafeţei produsului t_{sp} şi cea a aerului t_a, sunt constante, pierderile de masă ale unui produs se pot exprima prin relaţia:

$$\Delta m = \frac{p_{vp} - p_{va}}{t_{sp} - t_a} \cdot C \cdot \Delta i_p \qquad (2.21.)$$

în care *C* este o constantă iar Δi_p diferenţa entalpiilor iniţială şi finală pentru intervalul de timp considerat.

În cazul depozitării produselor refrigerate pierderile de masă se calculează cu relaţia:

$$\Delta m = \beta \cdot \left(p_{vp} - p_{va}\right) \cdot S \cdot \Delta \tau \qquad (2.22.)$$

În funcţie de natura şi caracteristicile produsului, precum şi de scopul urmărit, refrigerarea se poate realiza prin următoarele metode principale:

- refrigerarea cu aer răcit;
- refrigerarea cu apă răcită;
- refrigerarea în vid;
- refrigerarea cu gheaţă de apă;
- refrigerarea în aparate cu perete despărţitor.

Refrigerarea cu aer răcit este metoda cea mai răspândită deoarece este pretabilă la majoritatea produselor alimentare. În principiu, o instalaţie de refrigerare cu aer răcit cuprinde următoarele elemente: o incintă izolată termic, un schimbător de căldură în care este răcit aerul, un sistem de circulaţie a aerului între răcitor şi produse, iar facultativ un umidificator.

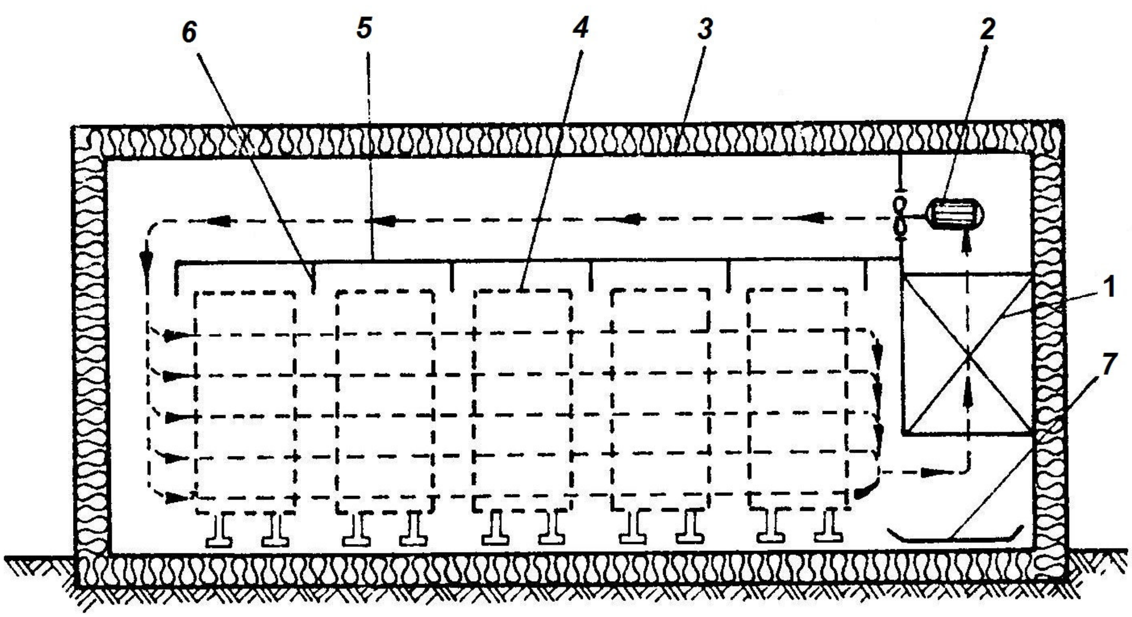
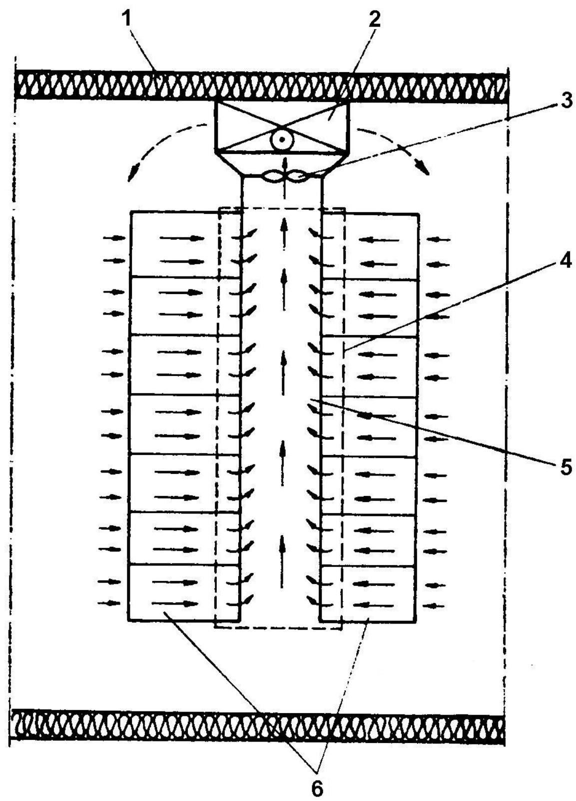


Fig. 2.2. Secţiune longitudinală printr-un tunel de refrigerare cu circulaţia aerului predominant longitudinală

Procesul de refrigerare se poate realiza discontinuu (în şarje), continuu sau semicontinuu, caz în care periodic de scot produse refrigerate şi se introduc altele calde.

Tunelele de refrigerare sunt spaţii mari în care viteza aerului este de 1-2 m/s sau mai mare, în cazul tunelelor de refrigerare rapide. În funcţie de natura produselor răcite, circulaţia aerului poate fi predominant longitudinală, predominant transversală sau predominant verticală.

Tunelul cu circulaţie predominant longitudinală (figura 2.2.) are prevăzut un răcitor de aer 1, montat la un capăt al tunelului, deasupra peretelui fals 5 sau pe peretele lateral în lungul tunelului. Ventilatorul 2 aspiră aerul din tunel, îl trece prin răcitor după care îl trimite prin gura de refulare amplasată la capătul opus, după ce aerul parcurge canalul format din planşeul tunelului şi tavanul fals. Aerul răcit trece prin masa de produse dispuse pe rastele, cărucioare sau suspendate pe cârlige agăţate la linii aeriene. Pentru o mai bună „spălare" cu aer a produselor, uneori se mai montează şi deflectoarele 6.



Celulele de refrigerare sunt construcţii asemănătoare tunelelor, doar că au capacităţi de răcire mai mici.

Există camere de prerăcire cu răcitoare de aer amplasate pe o latură mare a acestora, în faţa fiecărui răcitor fiind realizat un culoar central liber (figura 2.3.). După pornirea ventilatorului se creează o depresiune constantă în culoarul central, aerul este aspirat şi obligat prin aceasta să treacă prin masa de produs, trimis peste suprafaţa vaporizatorului şi apoi refulat în interiorul camerei frigorifice.

Fig. 2.3. Cameră de prerăcire: 1- izolaţie; 2- cameră; 3- ventilator; 4- prelată impermeabilă; 5- culoar; 6- produse.

Aparatele cu funcţionare continuă sunt prevăzute cu o bandă perforată 3 pe care sunt aşezate ambalajele cu produse calde (figura 2.4.) Pe măsură ce produsele înaintează prin aparat, ele sunt răcite prin spălare cu aerul antrenat de ventilatoarele 7 şi răcit în vaporizatorul 5.

Spaţiile de depozitare, în care se face şi refrigerarea, asigură o răcire mai lentă decât în celelalte două sisteme. Distribuţia aerului în spaţiul de refrigerare-depozitare se realizează fie prin refulare directă şi aspiraţie liberă, fie printr-un sistem de canale de refulare şi aspiraţie prevăzute cu fante sau orificii. În primul caz răcitoarele de aer sunt montate pe perete (figura 2.5), pe tavan sau pe pardosea.

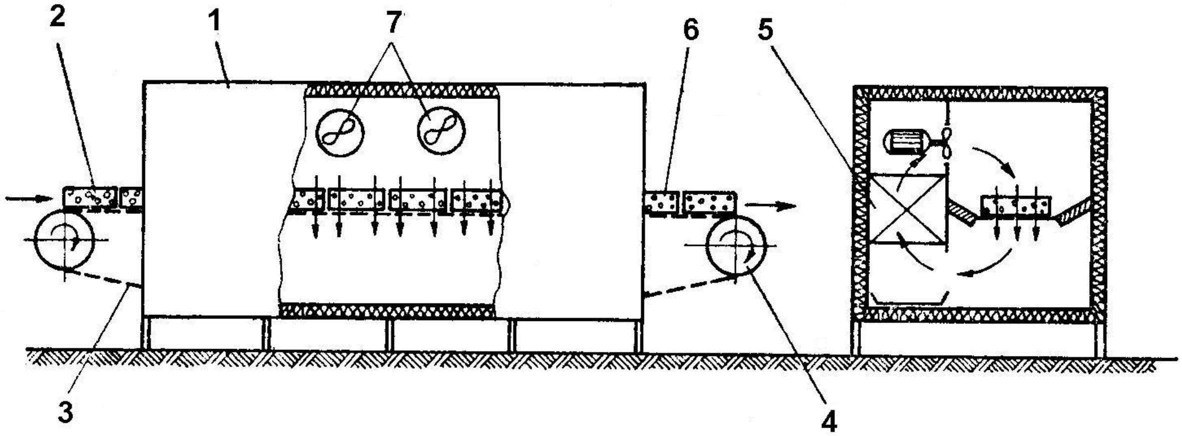


Fig. 2.4. Aparat de refrigerare cu aer răcit cu funcţionare continuă: 1- spaţiu izolat termic; 2-produse calde; 3- bandă transportoare perforată; 4- rolă antrenare; 5- răcitoare aer; 6- produse răcite; 7- ventilatoare.

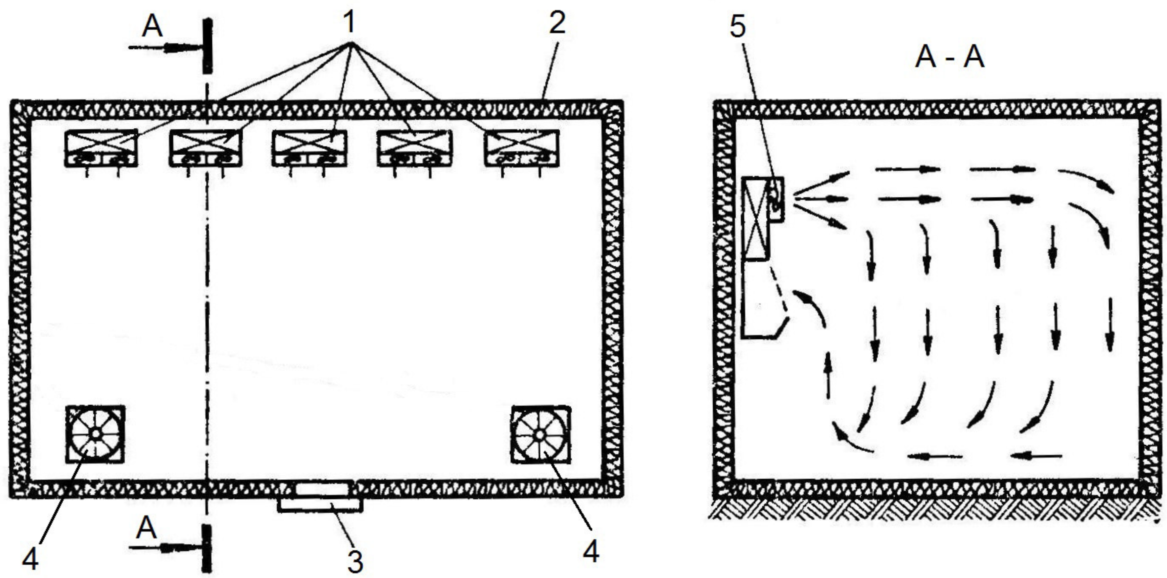


Fig. 2.5. Schema unui spaţiu de refrigerare-depozitare cu răcitoare de aer de perete: 1- răcitoare de aer; 2- izolaţie termică; 3- uşă frigorifică; 4- umidificatoare; 5- ventilatoare

Refrigerarea cu apă răcită. În acest caz viteza de refrigerare este mult mai mare ca în cazul răcirii cu aer. Se realizează prin imersia produselor, prin stropire sau mixt, folosindu-se aparate cu flux continuu sau discontinuu. Apa este răcită prin intermediul unei instalaţii frigorifice sau cu gheaţă, la temperaturi cu puţin peste 0 ^{0}C.

La sistemele de răcire cu funcţionare continuă (figura 2.6.), produsele 2 sunt trecute cu ajutorul benzii perforate 1 prin tunelul 10, ai cărui pereţi sunt izolaţi termic. Apa este răcită în bazinul 8 în care este imersat vaporizatorul 6 al unei instalaţii frigorifice, al cărei nivel constant este menţinut cu regulatorul de nivel cu plutitor 4. Laminarea agentului frigorific se face în vaporizator cu robinetul 7, iar nivelul temperaturii apei este reglată cu ajutorul termostatului cu bulb 5. Apa este distribuită cu pompa 9 şi duzele 3, scurgerea fiind realizată gravitaţional.

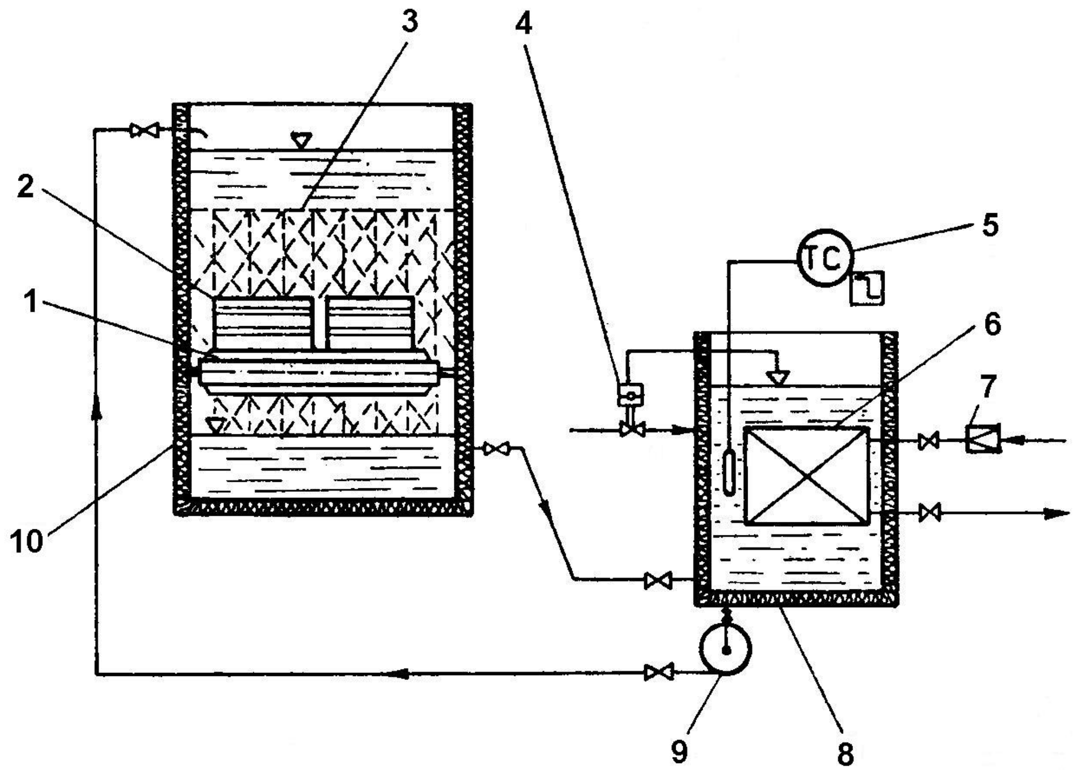


Fig. 2.6. Schema unei instalaţii de răcire continuă cu apă

În apa de răcire se pot adăuga substanţe dezinfectante, iar dacă răcirea se face prin imersie, atunci apa de răcire trebuie împrospătată periodic.

Un mare avantaj al acestei metode de refrigerare este acela că spaţiile necesare unei astfel de instalaţii sunt foarte mici. Totodată, scad sensibil pierderile în greutate prin evaporarea unei părţi din apa produselor alimentare, iar calitatea este mai bună decât la răcirea cu aer. Dezavantajul principal este că metoda se poate aplica doar la o anumită categorie de produse alimentare.

Refrigerarea în vid se bazează pe efectul de răcire care se obţine prin vaporizarea la presiuni sub cea atmosferică, a unei anumite părţi din apa conţinută de produs şi a apei cu care acesta a fost stropit în prealabil. Metoda se aplică în special la produsele care au grosimea foarte mică şi o suprafaţă de schimb de căldură mare.

Refrigerarea în vacuum se poate realiza în patru sisteme diferite, în funcţie de modul cum se poate produce vacuumarea (figura 2.7.). Sistemul cu ejectoare are o construcţie simplă şi nu necesită condensator de vapori de apă, se pretează la instalaţii de mare capacitate datorită debitelor mari de vapori de apă pe care le pot realiza. Celelalte sisteme au elemente în mişcare fapt ce complică funcţionarea lor.

Refrigerarea cu gheaţă de apă are la bază principiul absorbţiei căldurii necesare topirii gheţii, căldură preluată de la produsele supuse răcirii. Deoarece schimbul de căldură depinde de suprafaţa de schimb de căldură, gheaţa hidrică se mărunţeşte bine, metoda fiind aplicată la aceleaşi produse ca şi în cazul refrigerării în vid.

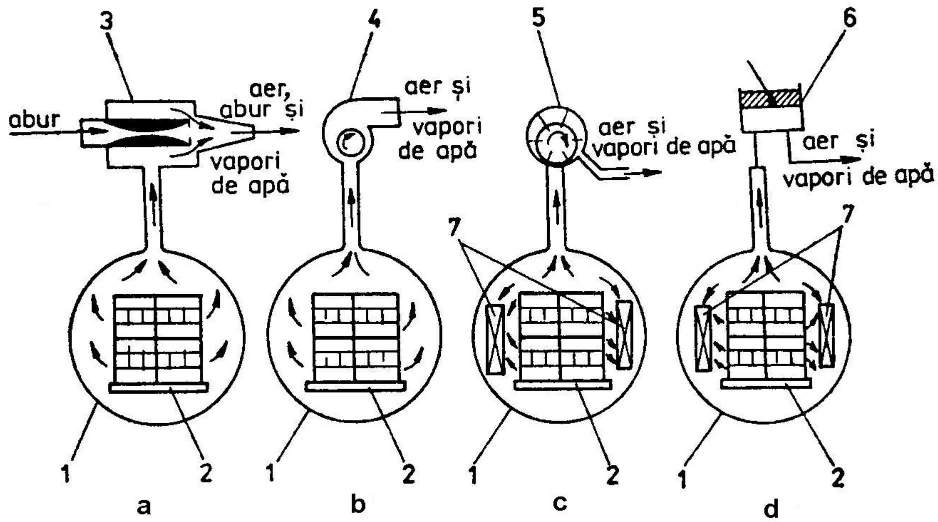


Fig. 2.7. Scheme simplificate ale sistemelor de răcire în vacuum a legumelor: a- cu ejector de vapori; b- cu pompe de vid centrifugale; c- cu pompe de vid rotative; d- cu pompe de vid cu pistoane; 1- incintă de răcire; 2- produse; 3- ejector; 4- pompă centrifugală; 5- pompă rotativă; 6- pompă cu pistoane; 7- vaporizatoare-condensatoare de vapori de apă.

Tabelul 2.6. *Condiţiile şi durata de păstrare a legumelor refrigerate*

Produsul	temperatura de păstrare, ^{0}C	umiditatea relativă a aerului, %	durata de păstrare
Ardei	7….10	85-90	8-10 zile
Cartofi timpurii	3….4	85-90	3-4 săptămâni
Cartofi de consum	4,5…10	88-93	4-8 luni
Castraveţi	10…11	85-90	2 săptămâni
Ceapă	-3…0	70-75	5-6 luni
Ciuperci	0…1	85-90	3-7 zile
Dovlecei	10…13	70-75	4-6 luni
Fasole verde	2…7	85-90	10-15 zile
Mazăre verde	-0,5…0	85-90	1-3 săptămâni
Morcovi	0…1	90	2 săptămâni
Pătrunjel	0…1	85-90	1-2 luni
Salată	0…1	90-95	1-3 săptămâni
Sfeclă	0…1	90-95	1-3 luni
Tomate maturate	0…1	85-90	1-2 săptămâni
Ţelină	0…1	90-95	0,5-2 luni
Usturoi	-1,5-…0	70-75	6-8 luni
Varză	0…1	85-90	2-6 luni
Vinete	6…9	85-90	10-12 zile

Refrigerarea în aparate schimbătoare de căldură cu perete despărţitor. Este metoda utilizată la răcirea lichidelor alimentare şi folosesc aparate la care, de o parte a peretelui circulă un agent de răcire, iar de cealaltă parte circulă lichidul ce trebuie răcit.

Aparatele schimbătoare de căldură utilizate pot fi cu funcţionare discontinuă (vane cu pereţi dubli, vane cu serpentină imersată) sau cu funcţionare continuă (aparate cu plăci, aparate multitubulare în manta, cu fascicol de ţevi în ţeavă, ţeavă în ţeavă sau aparate cu stropire exterioară).

Tabelul 2.7. *Condiţiile şi durata de păstrare a fructelor refrigerate*

Produsul	temperatura de păstrare, ^{0}C	umiditatea relativă a aerului, %	durata de păstrare
Caise	-1…0	70	2-4 săptămâni
Căpşuni	0	-	1-5 zile
Cireşe	-1…0	85-90	1-4 săptămâni
Gutui	0…4	90	2-3 luni
Mere	1…3	85-90	4-8 luni
Pere	-0,5…1	85-90	2-6 luni
Nuci	5…7	70	1 an
Pepene verde	-1…1	85-90	2-3 săptămâni
Pepene galben	0…1	85-90	5-7 săptămâni
Piersici	-1…1	85-90	1-4 săptămâni
Prune	-0,5…1	85-90	2-8 săptămâni
Struguri	-1…0	85-90	3-5 luni
Vişine	-1…0	85-90	1-4 săptămâni

Tabelul 2.8. *Condiţiile şi durata de păstrare pentru carnea refrigerată în carcase*

	temperatura de depozitare ^{0}C	umiditatea relativă %	durata de depozitare
Carne de bovină	-1,5 ….. 0	90	3 săptămâni
Carne de vițel	-1 …… 0	90	1-2 săptămâni
Carne de porc	-1,5 ….. 0	90-95	1-2 săptămâni
Carne de oaie	-1 ….. 0	90-95	10- 15 zile
Păsări carcasă	0 …… 1	85-90	2 săptămâni
Păsări eviscerate	-1 ….. 0	95	4- zile
Pește proaspăt	-1 ….. 0	100	5-25 zile
Pește slab sărat	-2	80-85	10 luni
Pește sărat și afumat	2-4	75-80	12 luni

În tabelele 2.6. şi 2.7. sunt prezentate condiţiile de depozitare şi duratele de păstrare la principalele produse vegetale în stare refrigerată, iar în tabelul 2.8. durata de păstrare la unele sortimente de carne.

Necesarul de frig pentru refrigerarea unui produs alimentar este determinat din ecuația de bilanț termic care, sub forma simplificată a bilanțul caloric este:

$$Q_R = Q_S + Q_L + Q_C + Q_A + Q_G \qquad (2.23.)$$

Q_S reprezintă căldura sensibilă (în kJ) pe care o cedează produsul de masă m, de la temperatura inițială t_i la temperatura finală t_f și se determină cu relația:

$$Q_S = m \cdot c_p \left(t_i - t_f\right) \qquad (2.24.)$$

Q_L reprezintă căldura latentă provenită din solidificarea grăsimilor (în kJ) și care, pentru ușurarea calculului se determină pe baza diferenței de entalpii la temperaturile inițială și finală:

$$Q_S + Q_L = m(i_i - i_f) \tag{2.25.}$$

Q_C reprezintă căldura rezultată din transformările biochimice ce apar în musculatură după sacrificarea animalului sau fermentative și care se determină cu relația:

$$Q_C = 0{,}13 - 0{,}14 \cdot m(i_i - i_f) \tag{2.26.}$$

Q_A este căldura cedată la răcirea ambalajelor și a mijloacelor de transport care ajung în spațiul de refrigerare (în kJ), fiind calculată în funcție de masele acestora (m_a și m_t), căldurile specifice (c_a și c_t) și temperaturile inițială, respectiv finală:

$$Q_A = m_a c_a (t_i - t_f) + m_t c_t (t_i - t_f) \tag{2.27.}$$

Q_G reprezintă căldura latentă de solidificare a apei evaporate din produsul alimentar (în kJ) și depusă pe elementele de răcire ale instalației de condiționare a aerului și care au temperatura sub 0 ^{0}C:

$$Q_G = 332{,}5 \cdot m \frac{\Delta m}{100} \tag{2.28.}$$

În relația de mai sus 332,5 reprezintă căldura latentă de solidificare a apei la 0 ^{0}C (în kJ/kg), iar Δm este pierderea în greutate a produsului ca efect al evaporării apei.

Pentru un calcul mai precis trebuie introduse în ecuația bilanțului termic și alte călduri intrate prin conducție, convecție și radiație din exterior către interiorul camerei de refrigerare, datorate izolației termice, prin deschiderea ușilor sau a ferestrelor de încărcare-descărcare, iluminatului electric, al activității motoarelor electrice, al personalului de deservire, etc. Aceste călduri $\left(\sum Q_i\right)$ se determină prin relații de calcul specifice și se regăsesc în literatura de specialitate, astfel că pentru refrigerare este necesară o cantitate de căldură totală de forma:

$$Q_{tot} = Q_R + \sum Q_i \tag{2.29.}$$

Durata procesului de refrigerare $\Delta\tau$ se determină din relația necesarului orar de frig Φ_h (în kW), iar în cazul instalațiilor cu funcționare continuă, când durata de refrigerare este impusă, cu relația:

$$\Phi_h = \frac{Q_{tot}}{36000 \cdot \Delta\tau} \tag{2.30.}$$

La instalațiile cu funcționare discontinuă necesarul orar de frig în prima etapă de refrigerare depinde de natura produsului alimentar supus răcirii și se determină cu relația:

$$\Phi_h' = (1{,}2 - 1{,}8)\Phi_h \tag{2.31.}$$

În procesul de refrigerare apar pierderi de material ca urmare a evaporării unei părți a apei din produsul alimentar neambalat, calculul acestor pierderi fiind extrem de dificil de realizat analitic. Astfel, se pot exprima pierderile de masă Δm pentru duratele de timp la care sunt constante diferențele de presiune parțială ale vaporilor de apă de la suprafața produsului p_{vp} și cea a vaporilor de apă din aerul aflat în camera de refrigerare p_{va}, precum și a temperaturilor aerului t_a și a suprafeței produsului t_p:

$$\Delta m = C \cdot \Delta i_p \frac{p_{vp} - p_{va}}{t_p - t_a} \tag{2.32.}$$

În relația de mai sus C este o constantă ce depinde de produsul supus răcirii, iar Δi_p este diferența dintre entalpii în starea inițială și finală a produsului, pentru perioada de timp luată în calcul.

Pierderi în greutate apar și în timpul depozitării produselor refrigerate și acestea depind de produsul alimentar, caracteristicile sale termofizice, structura și compoziția chimică, tehnologia de depozitare aleasă sub aspectul vitezei aerului rece, umiditatea sa și caracteristicile spațiului de depozitare, respectiv instalația folosită.

2.3. Conservarea prin congelare a produselor alimentare

Procesul de congelare constă în răcirea produselor alimentare până la temperaturi inferioare punctului de solidificare a apei. Rezolvarea ecuaţiei diferenţiale a propagării căldurii în acest caz este mult mai dificilă ca în cazul refrigerării, iar pentru calculul analitic al câmpurilor de temperaturi în produs, duratei procesului şi cantităţilor de căldură schimbate, apar dificultăţi semnificative.

Procesul de congelare a unui produs alimentar poate fi separat în trei faze distincte (fig. 2.8.):

-răcirea produsului de la temperatura iniţială t_i până la temperatura t_c, la care începe procesul de congelare propriu-zisă (solidificarea apei din produs);

- congelarea produsului, când temperatura este t_c =const. iar din produs se extrage căldura latentă de congelare (solidificarea soluţiilor apoase din produs);

- răcirea produsului de la temperatura de congelare t_c la temperatura finală t_f.

Pentru determinarea duratei procesului de congelare se admit unele ipoteze simplificatoare, din integrarea ecuaţiilor diferenţiale rezultând:

a) în cazul unui flux de căldură unidirecțional

- pentru un produs sub forma unei plăci de grosime *h*, densitate ρ, căldura latentă de congelare l_{cp}, coeficientul de convecţie termică α, coeficientul de conductibilitate termică λ şi temperatura mediului de răcire t_m, durata de congelare propriu-zisă τ_c va fi:

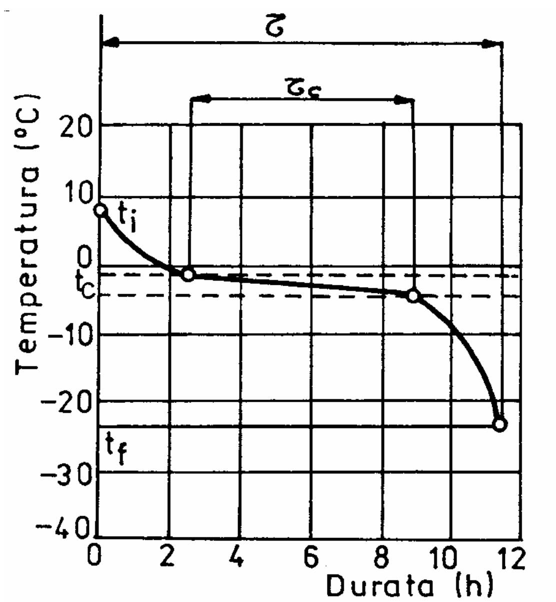


Fig.2.8. Variaţia temperaturii unui produs în timpul procesului de congelare

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{h}{2\alpha} + \frac{h^2}{8\lambda} \right) \tag{2.33}$$

- pentru un produs în formă de cilindru drept cu diametrul *d*, durata de congelare este

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{d}{4\alpha} + \frac{d^2}{16\lambda} \right) \tag{2.34}$$

- pentru un produs de formă sferică cu diametrul *d*, durata de congelare este:

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{d}{6\alpha} + \frac{d^2}{24\lambda} \right) \tag{2.35}$$

b) în cazul unui flux de căldură bidirecțional (pe două direcţii perpendiculare), pentru un paralelipiped cu dimensiunile *l, b* şi *h*, (*l>b>h*), căldura fiind extrasă de pe două feţe cu dimensiunile $l \cdot b$ şi două feţe cu dimensiunile $l \cdot h$, durata de congelare se determină cu relaţia

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \left\{ \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{b \cdot h}{2(b+h)} + \frac{1}{\lambda} \left[\frac{b \cdot h}{16} - \frac{(b-h)^2}{32} \ln \frac{b+h}{b-h} \right] \right\} \tag{2.36}$$

c) în cazul unui flux de căldură tridimensional durata de congelare are o expresie matematică complicată, un caz aparte fiind produsele de formă cubică (*l=b=h*) la care se obţine forma:

$$\tau_c = \frac{\rho \cdot l_{cp}}{t_c - t_m} \cdot \left(\frac{h}{6\alpha} + \frac{h^2}{24\lambda} \right) \tag{2.37}$$

În timpul conservării prin congelare pierderile în greutate se datoresc în exclusivitate unor procese fizico-chimice. Până la congelarea primelor straturi de produs pierderile se datorează evaporării apei de la suprafaţa acestuia, în fazele de congelare, răcire la temperatura finală şi depozitare, pierderile în greutate se produc prin sublimarea gheţii de la suprafaţa produsului.

Dintre factorii care afectează intensitatea procesului de pierdere în greutate, cei mai importanţi sunt: natura produsului, temperatura şi umiditatea relativă a aerului, calitatea ambalajului produsului, viteza aerului la suprafaţa produsului. Pierderile în greutate cresc cu temperatura şi viteza aerului, dar scad cu umiditatea acestuia.

Materia primă destinată congelării este supusă unor operaţii de spălare, curăţire, calibrare, divizare, tratamente antioxidante. De corectitudinea realizării acestor operaţii pregătitoare depinde calitatea produsului congelat.

Opărirea este o operaţie tehnologică indispensabilă pentru unele specii vegetale, prin distrugerea complexelor enzimatice, reducerea microflorei de la suprafaţa produsului, stabilizarea culorii, eliminarea gazelor din materia primă şi menţinerea vitaminei C rămasă după opărire.

Tratamentele aplicate produselor vegetale vizează în special fenomenul de oxidare (brunificare), mai ales la fructele curăţate. Blocarea activităţii enzimatice şi reducerea oxidării se realizează prin tratarea cu: clorură de sodiu, zahăr, acizi alimentari (acid malic, acid ascorbic), bioxid de sulf.

Răcirea sau refrigerarea produselor ce urmează a fi congelate este importantă în păstrarea culorii acestora, putând fi privită şi ca o operaţie preliminară.

Congelarea unui produs alimentar este un proces de răcire în care se produc fenomene importante precum solidificarea unei părţi a apei din produs, mărirea volumului şi a consistenţei produsului. Pentru a caracteriza un proces de congelare din punct de

vedere al intensităţii răcirii, se alege drept criteriu viteza medie liniară de congelare, care are expresia:

$$w_m = \frac{\delta_0}{\tau_0} \quad [cm/h] \tag{2.38}$$

în care

δ_0 este distanţa cea mai mică dintre centrul termic (punctul cu temperatura cea mai ridicată la un moment dat) şi suprafaţa produsului [*cm*],

τ_0 este durata congelării de la temperatura iniţială uniformă de 0^{o}C, până la temperatura care se urmăreşte a se obţine în centrul termic [*h*].

În raport cu această viteză medie liniară de congelare, metodele de congelare utilizate se pot clasifica astfel: *congelare lentă* ($w_m \cong$ 0,2 cm/h), *congelare rapidă* (w_m =0,5 ….3 cm/h), congelare foarte rapidă (w_m =5 ….10 cm/h) şi *congelare ultrarapidă* (w_m =10 ….100 cm/h).

În funcţie de mediul de răcire şi sistemul de preluare a căldurii de la produse, se folosesc mai multe metode de congelare:

► metode de congelare cu aer răcit
- în aparate cu produse în strat fix;
- în aparate cu produse în strat fluidizat;

► metode de congelare prin contact cu suprafeţe metalice răcite;

► metode de congelare prin contact direct cu agenţi intermediari;

► metode de congelare prin contact direct cu agenţi criogenici.

După modul de funcţionare, instalaţiile de congelare pot fi cu funcţionare discontinuă, semicontinuă sau continuă.

Congelarea cu aer răcit este metoda cea mai răspândită prin faptul că majoritatea produselor alimentare se pretează la acest tip de conservare. Această metodă presupune existenţa unui spaţiu izolat termic, un răcitor de aer şi un sistem de distribuţie a aerului răcit peste produse. Produsele alimentare vin în contact cu aer rece la temperaturi ce variază de la –25 ^{0}C şi până la –40 ^{0}C.

Dacă se ţine cont de starea produsului pe întreaga durată a congelării, în raport cu suportul material pe care sunt aşezate, se deosebesc: *sisteme de congelare cu poziţie fixă a produselor* şi *sisteme de congelare a produselor în strat fluidizat* (răcirea se realizează prin insuflarea unui gaz pe la partea inferioară a unui suport material perforat, pe care se găseşte produsul sub formă de particule şi care se fluidizează sub acţiunea gazului).

Tunelele de congelare sunt similare din punct de vedere constructiv şi funcţional tunelelor de refrigerare, circulaţia aerului fiind prezentată în figura 2.9.

Mişcarea produselor în tunelele de congelare este realizată cu conveioare cu bandă, cu lanţ sau cu cablu, fiind continuă sau ritmic întreruptă. Benzile transportoare sunt destinate congelării produselor neambalate sau ambalate dar de dimensiuni mici. Pentru folosirea eficientă a spaţiului de lucru, benzile sunt dispuse sub formă de spirale sau suprapuse.

Celulele de congelare au capacităţi de răcire mult mai mici decât a tunelelor de congelare, ce ajung la ordinul sutelor de kilograme.

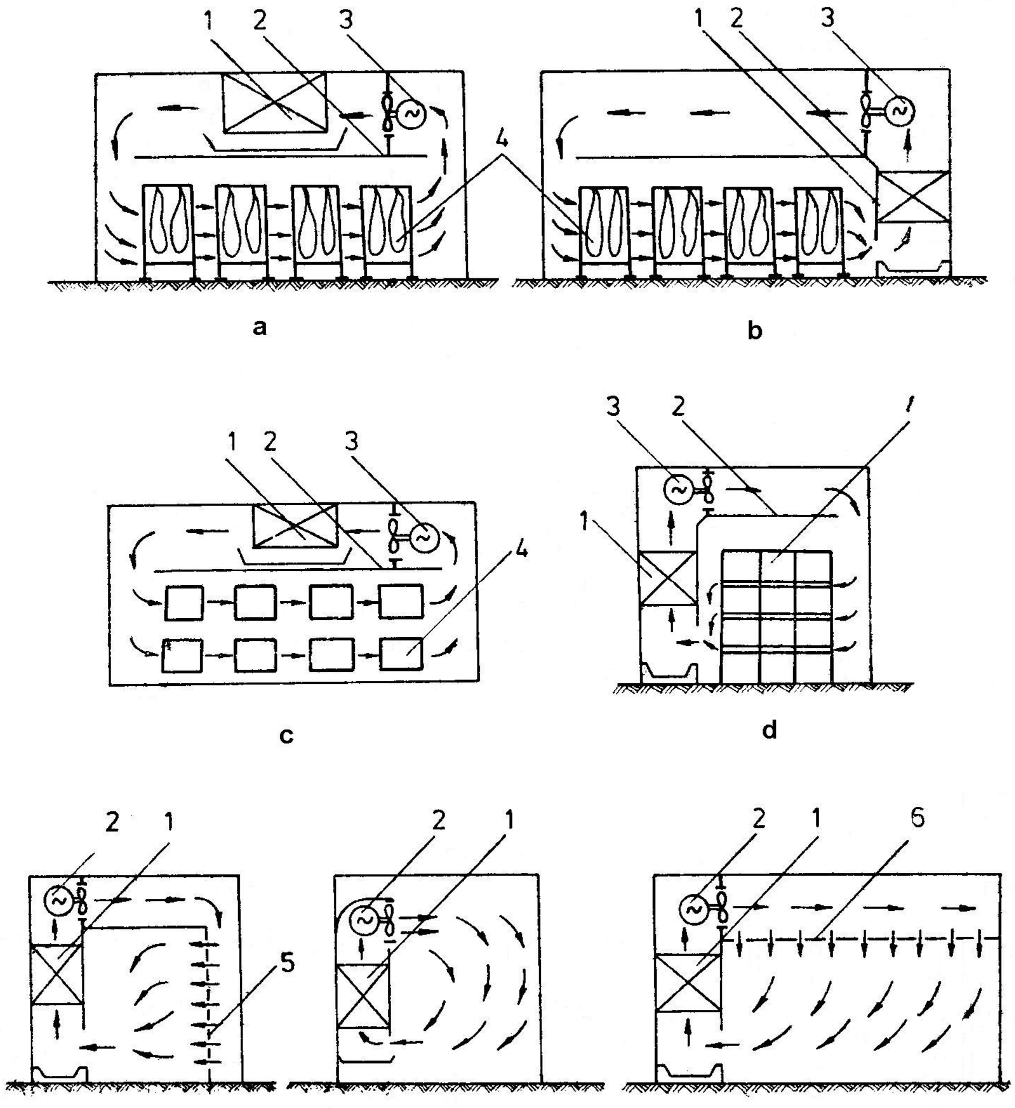


Fig.2.9. Tunele de congelare cu aer răcit: a- cu circulaţie longitudinală în plan vertical a aerului şi răcitor montat deasupra tavanului fals; b- cu circulaţie longitudinală în plan vertical a aerului şi răcitor montat la un capăt al tunelului; c- cu circulaţie longitudinală a aerului în planul orizontal; d- cu circulaţie transversală a aerului, cu tavan fals; e- cu circulaţie transversală a aerului, cu perete lateral fals, cu orificii sau fante; f- cu răcitoare de aer cu refulare liberă a aerului; g- cu circulaţie verticală a aerului, cu tavan fals cu fante; 1- răcitor de aer; 2- tavan fals; 3- electroventilator; 4- produse; 5- perete lateral; 6- tavan fals cu fante.

Sistemele de congelare în strat fluidizat sunt utilizate la congelarea legumelor şi fructelor, respectiv a produselor alimentare în vrac. Fluidizarea constă în suflarea aerului pe la partea inferioară a unui suport material perforat, pe care se găseşte produsul sub formă de particule.. Sub acţiunea aerului, particulele execută o mişcare continuă fapt ce favorizează schimbul de căldură. Viteza curentului de aer trebuie sa nu depăşească valoarea critică la care particulele sunt antrenate şi transportate de curentul de aer (viteza critică de plutire). Un rol important în procesul de schimb de căldură îl are forma produselor supuse congelării, formă ce influenţează şi gradul de fluidizare a acestora.

Aparatele de congelare în strat fluidizat se realizează în variantele cu jgheab şi cu bandă transportoare. De asemenea există aparate de congelare care pot realiza atât congelarea în strat fix, cât şi în strat fluidizat.

În figura 2.10 este prezentat un aparat de congelare în strat fluidizat cu jgheab, de tip Flo-freeze. Aerul este aspirat de ventilator şi trecut prin vaporizator, după care străbate stratul de produse supus congelării. Pentru a evita depunerea de gheaţă pe suprafaţa vaporizatorului, se poate folosi un agent intermediar distribuit pe suprafaţa acestuia, iar pentru reţinerea eventualelor particule de lichid este prevăzut un separator de picături.

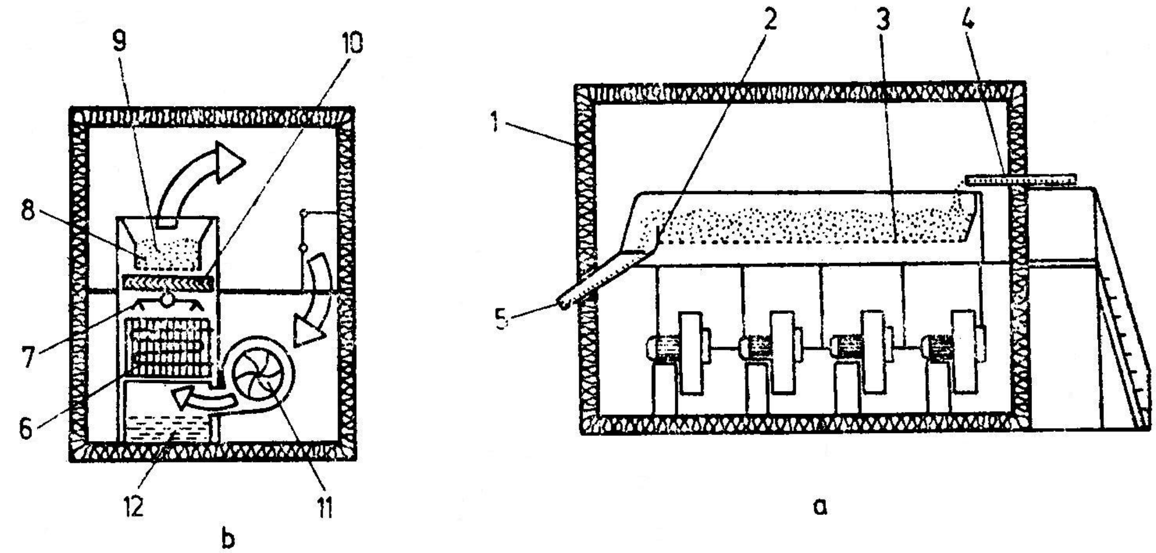


Fig. 2.10. Aparat de congelare în strat fluidizat cu jgheab: 1- incintă izolată termic; 2- limitator de deversare; 3- placă perforată; 4- dispozitiv alimentare produs; 5- jgheab exterior de descărcare; 6- vaporizator; 7- sistem de distribuţie a agentului intermediar; 8- jgheab; 9- produs în strat fluidizat; 10- separator de picături; 11- ventilator; 12- bazin cu agent intermediar.

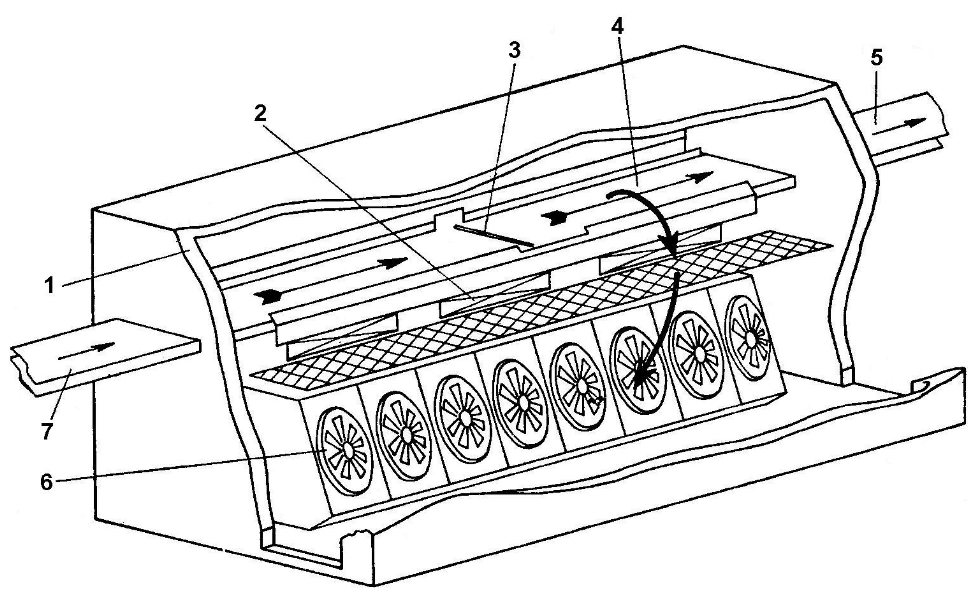


Fig. 2.11. Aparat de congelare în strat fluidizat cu bandă transportoare

În figura 2.11 este prezentat un aparat de congelare în strat fluidizat cu bandă transportoare din plasă de oţel inoxidabil. În incinta izolată termic 1 sunt montate vaporizatoarele răcitoare de aer 2, ventilatoarele axiale 6, banda transportoare 4 şi dispozitivul de nivelare a stratului fluidizat 3. Alimentarea cu produse calde se face pe la capătul de intrare 7 iar ieşirea lor pe la capătul 5 al aparatului.

Un model de aparat de congelare care poate realiza congelarea atât în strat fix, cât şi în strat fluidizat este prezentat în figura 2.12.

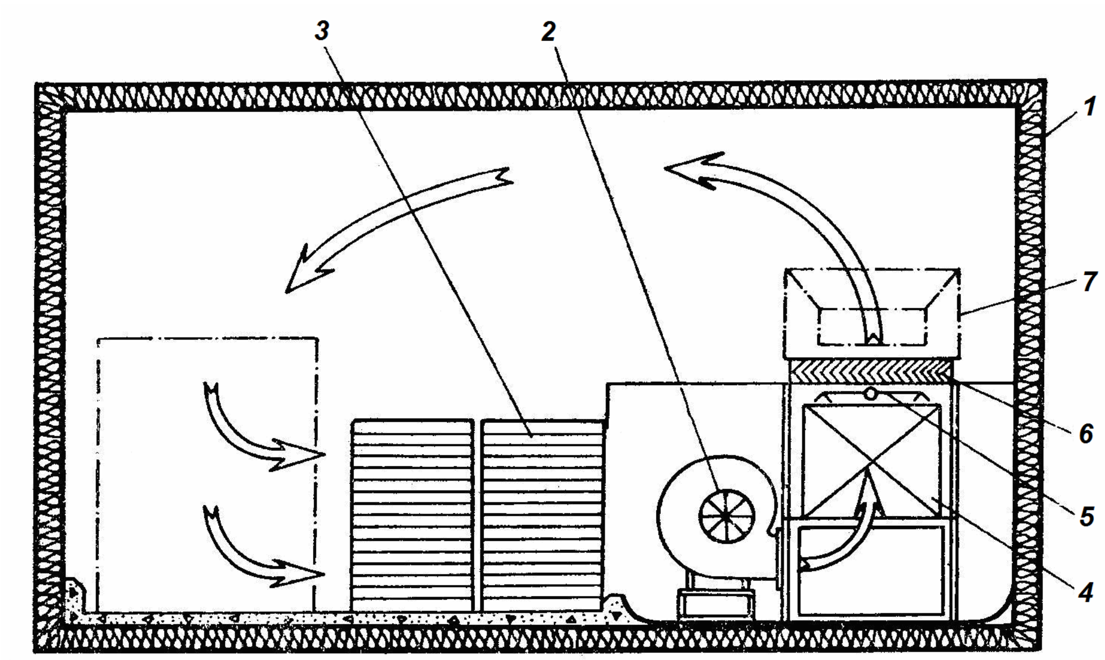
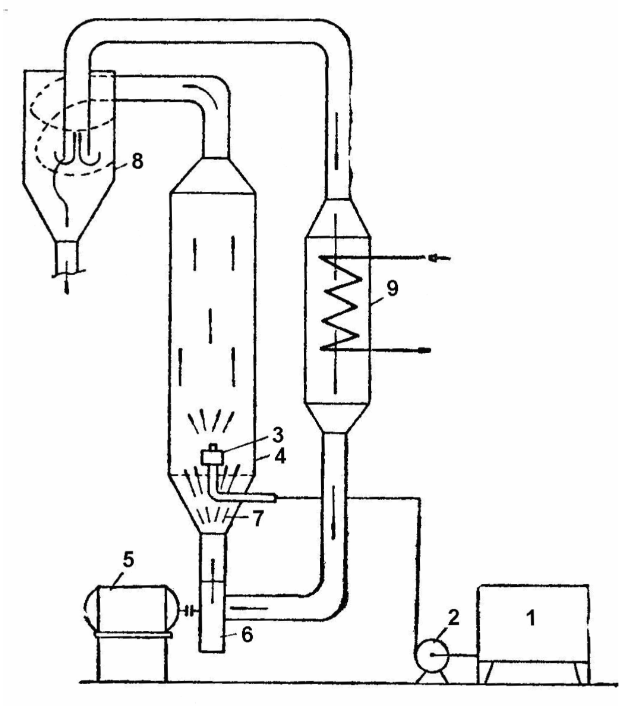


Fig. 2.12. Aparat de congelare în strat fluidizat cu bandă şi în strat fix: 1- incintă izolată termic; 2- ventilator; 3- cărucioare cu tăvi produse; 4- vaporizator; 5- sistem de distribuţie a agentului intermediar; 6- separator de picături; 7- jgheab.



Un aparat de congelare a produselor lichide prin pulverizare (atomizare) într-un curent de aer rece este prezentat în figura 2.13. Lichidul este pulverizat într-un curent de aer rece care circulă în circuit închis, fiind răcit de un grup frigorific montat pe circuit. Particulele congelate sunt transportate de curentul de aer şi separate de acesta într-un ciclon

Fig. 2.13. Aparat de congelare cu pulverizare: 1- rezervor lichid; 2- pompă; 3- cap pulverizare; 4- turn congelare; 5- electromotor; 6- ventilator; 7- şicane; 8- ciclon; 9- vaporizator.

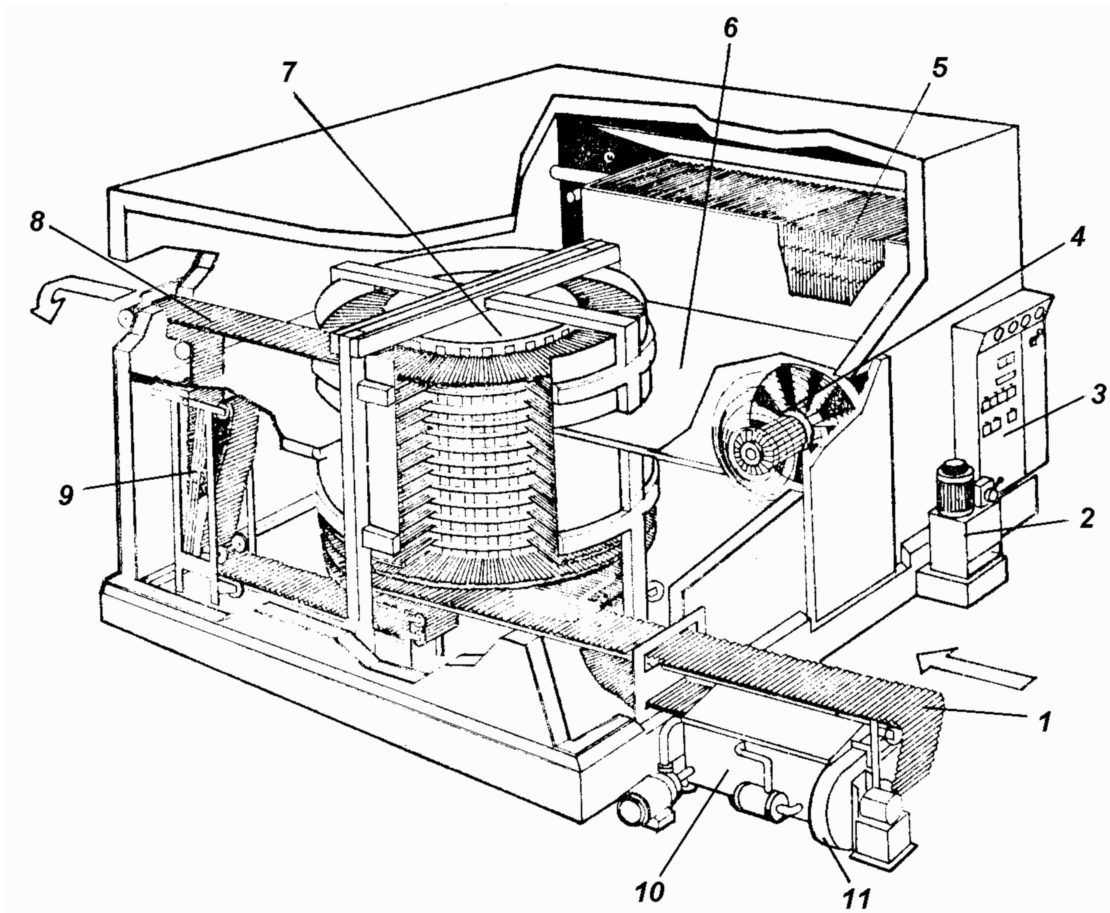


Fig. 2.14. Aparat de congelare cu bandă spirală (Gyrofreeze): alimentare bandă cu produse; 2- sistem acționare tambur rotativ; 3- tabloul electric; 4- ventilator; 5- vaporizator răcitor de aer; 6- tavan fals; 7- tambur rotativ; 8- bandă evacuare produse congelate; 9- întinzător pentru bandă; 10- sistem de igienizare a benzii; 11- ventilator uscare a benzii

Aparatul de congelare a produselor alimentare în flux continuu din fig. 2.14. este prevăzut cu o bandă specială care este igienizată și pe care se dispun produsele supuse congelării. De aici trec prin zona de congelare unde banda (realizată din împletitură de sârmă) se înfășoară după un tambur, circulația aerului rece fiind pe verticală. Ca urmare a faptului că aparatul permite realizarea unei game variate de regimuri de lucru, acesta poate congela o paletă diversă de produse alimentare.

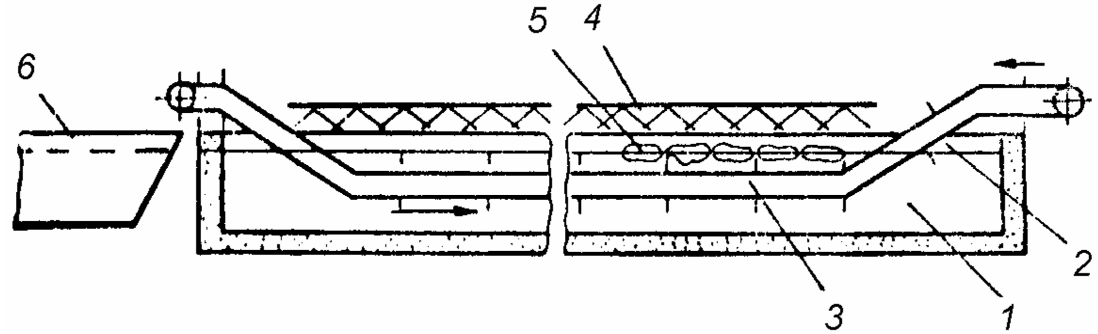


Fig. 2.15. Instalație de congelare: 1- bazin cu soluție de clorură de calciu; 2- nivel saramură; 3- bandă transportoare; 4- duze stropire; 5- produse ambalate; 6- bazin spălare cu apă

Congelarea prin contact cu agenţi intermediari oferă avantajul unor viteze de răcire mult mai mari, iar ca agenţi intermediari se folosesc soluţii apoase de clorură de sodiu, de calciu şi propilenglicol. Dezavantajul metodei constă în faptul ca ea se poate aplica numai la produsele ambalate în materiale impermeabile, sub vid sau în cutii metalice etanşe. O asemenea instalație este prezentată în figura 2.15.

Congelarea prin contact cu agenţi criogenici permite realizarea unor viteze foarte mari de răcire a produselor, singura condiţie impusă este ca aceşti agenţi să nu fie toxici. Din categoria agenţilor criogenici sunt folosiţi cu eficienţă ridicată azotul lichid, bioxidul de carbon lichid şi unii freoni.

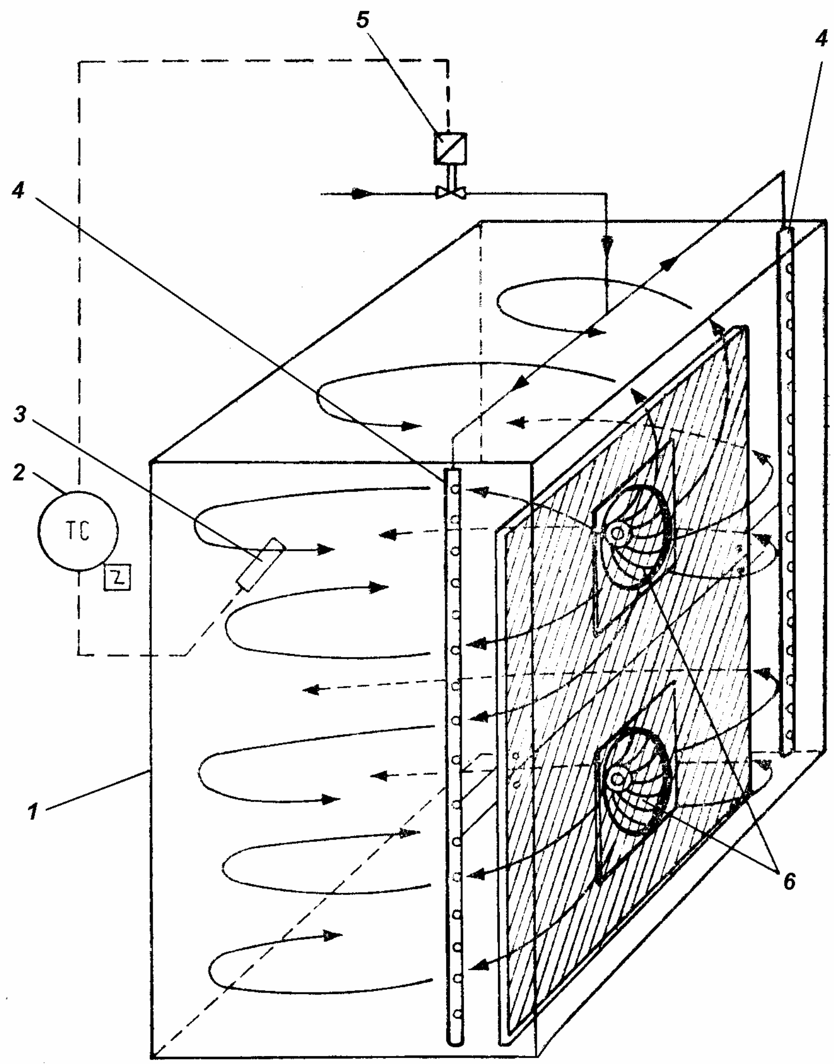


Fig. 2.16. Aparat de congelare cu azot lichid: 1- cameră; 2- regulator ; 3- sondă termostat; 4- rampă cu duze; 5- robinet electromagnetic; 6- ventilatoare

Aparatele de congelare cu azot lichid cu funcționare discontinuă sunt de tipul cameră cu capacitate relativ redusă (fig. 2.16.), prevăzută cu două rampe cu duze de pulverizare a azotului lichid, dirijat prin intermediul a două ventilatoare, astfel încât procesul de congelare să decurgă cât mai repede. Produsele alimentare se dispun pe rastele mobile care se introduc și se scot din camera de lucru. Regimul termic se poate

regla cu ajutorul unei instalații prevăzută cu termostat și robinet de reglare a debitului de azot.

O aplicaţie a acestei metode este congelarea prin atomizare a produselor lichide şi semilichide în curent de azot lichid. (figura 2.17.). Lichidul este pulverizat într-o incintă în care se găsesc vapori de azot lichefiat. Amestecul de aer şi vapori de azot care preiau căldura de la particulele de lichid, sunt recirculaţi după ce sunt trec printr-un vaporizator unde predau căldura.

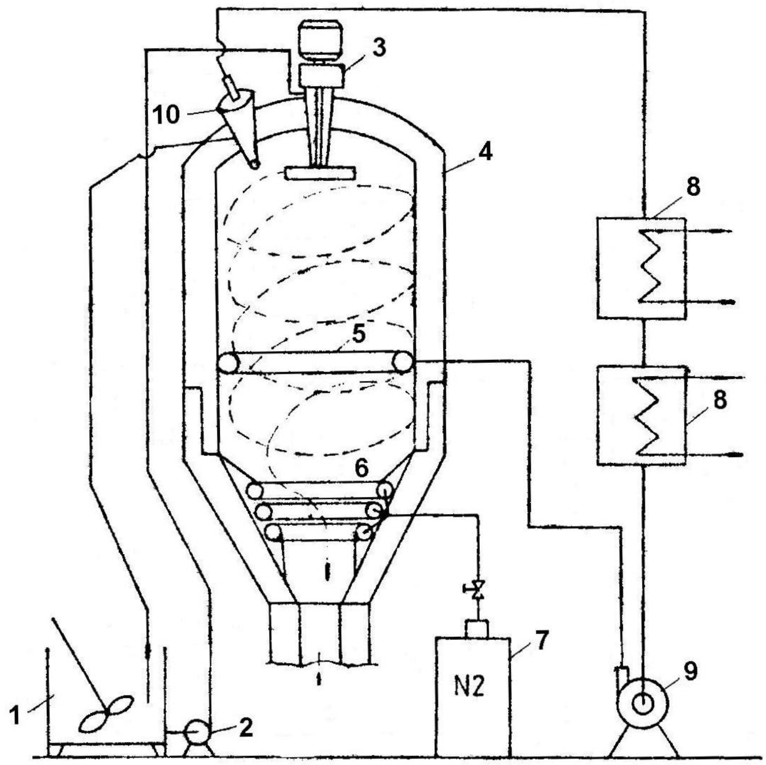


Fig. 2.17. Aparat de congelare cu pulverizare şi agent azot lichid: 1- rezervor lichid; 2- pompă; 3- atomizor; 4- incintă izolată termic; 5- conductă recirculare cu duze de pulverizare pentru amestecul aer-vapori de azot; 6- conducte circulare pentru pulverizare azot lichid; 7- butelie cu azot lichid; 8- vaporizatoare legate la instalaţii frigorifice; 9- ventilator recirculare; 10- dispozitiv de captare amestec aer-vapori de azot.

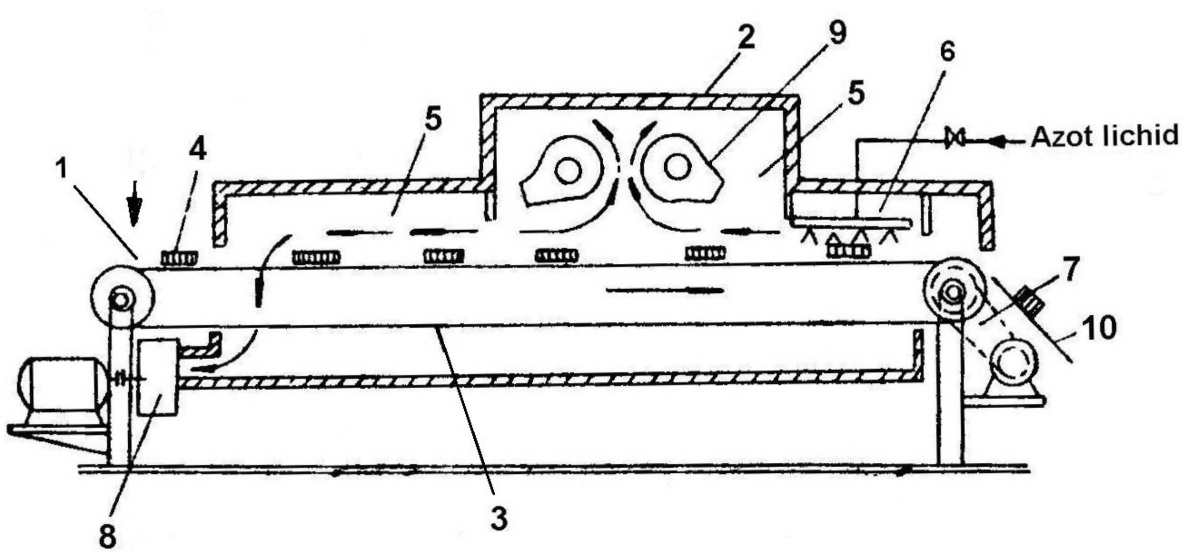


Fig. 2.18. Instalaţie de congelare cu azot lichid

O instalaţie de congelare continuă prin pulverizare de azot lichid de tip Cryo Quick este prezentată în figura 2.18. Alimentarea cu produsele 4 se face pe la capătul din stânga

1 al benzii transportoare 3, care le introduce în incinta izolată termic 2. În zona 5 produsele sunt prerăcite cu ajutorul vaporilor de azot, iar în zona 6 sunt congelate prin stropirea cu azot lichid și evacuate pe la capătul 10 al aparatului, situat în apropierea tamburului de antrenare al benzii 7. Pentru recircularea vaporilor de azot se folosesc ventilatoarele 9, iar pentru exhaustare ventilatorul 8.

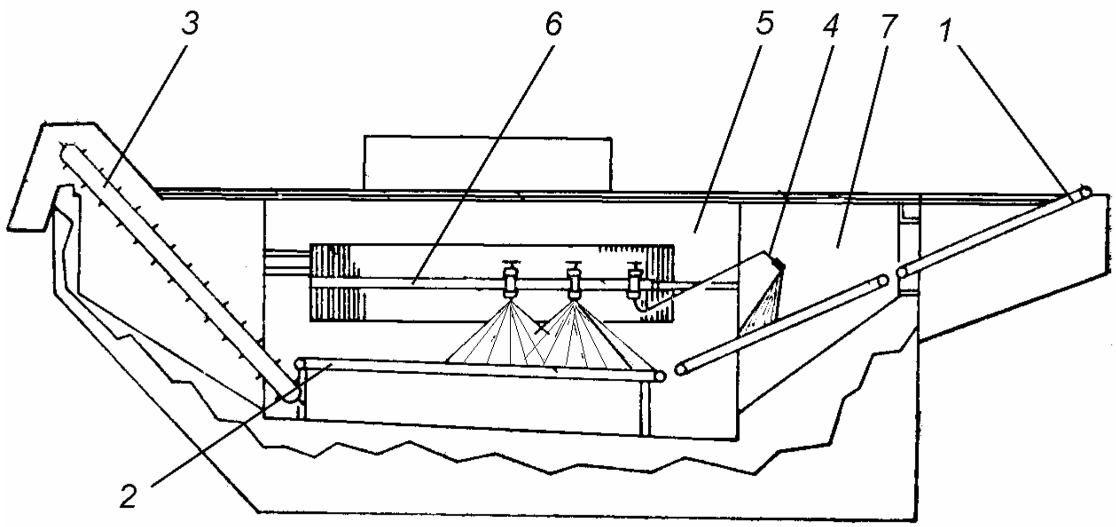


Fig. 2.19. Schema unei instalații de congelare cu freon lichid: 1- transportor alimentare cu produse, 2- transportor; 3- transportor evacuare produse, 4- duză pulverizare precongelare; 5- zona de congelare; 6- rampă cu duze pulverizare; 7- zonă de precongelare

Din categoria freonilor lichizi folosiți la congelarea produselor alimentare difluordiclormetanul este mai frecvent utilizat și acesta trebuie să îndeplinească unele cerințe tehnologice. Instalația de congelare (fig. 2.19.) este alcătuită din mai multe transportoare, pentru a putea fi ușor curățate, o cameră de precongelare și camera de congelare propriu-zisă. Peste produsele alimentare se pulverizează freonul, care preia căldura latentă de vaporizare de la produsele alimentare și care este evacuat din aparat prin aspirație de către un ventilator, este condensat și reintrodus în circuit.

Pe același principiu sunt realizate și instalațiile de congelare care folosesc ca agent criogenic bioxidul de carbon lichid

Congelarea prin contact cu suprafeţe metalice răcite constă în preluarea căldurii de la produs prin transfer direct de către suprafaţa răcită (cu agent frigorific care vaporizează sau cu un agent intermediar), transferul acesteia realizându-se de cele mai multe ori prin conducţie, fapt care constituie un avantaj energetic în raport cu convecţia forţată în aer răcit, dar pentru aceasta produsele alimentare trebuie să aibă forme geometrice regulate, cât mai plate şi de grosime cât mai mică.

Din punct de vedere constructiv există mai multe tipuri de aparate şi care pot fi cu plăci, cu bandă metalică răcită sau cu cilindri metalici răciţi.

Aparatul cu plăci (fig. 2.20.) este de tipul cu funcționare discontinuă și cu sistem hidraulic de presare. Printr-o rampă de distribuție, agentul frigorific este trimis către spațiul interior al plăcilor metalice dispuse orizontal, cu ajutorul unei pompe frigorifice de joasă presiune.

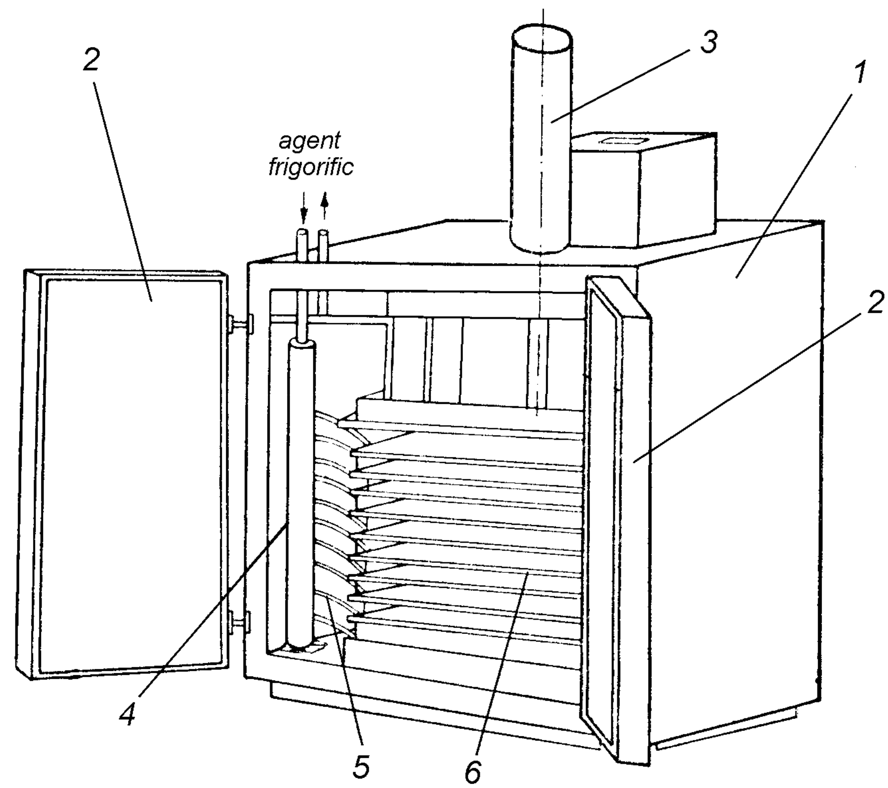


Fig. 2.20. Aparat de congelare cu plăci metalice răcite: 1- cameră izotermă; 2- uși de închidere; 3- cilindru hidraulic; 4- rampă distribuție; 5- racorduri de legătură; 6- plăci metalice

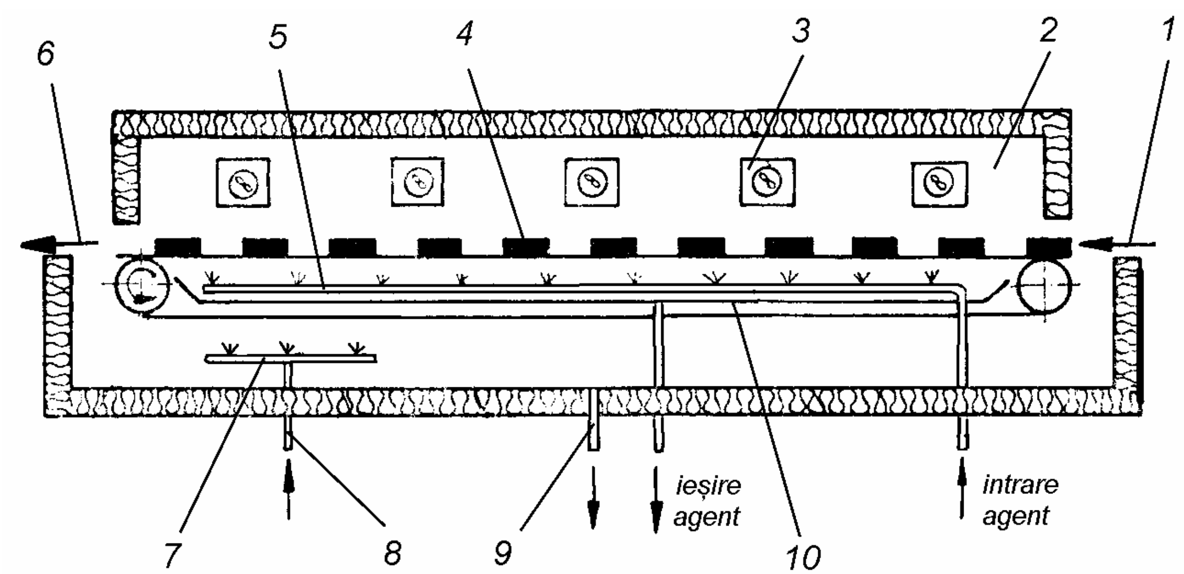


Fig. 2.21. Aparat de congelare cu bandă metalică: 1- alimentare produse, 2- cameră termoizolată; 3- răcitoare cu aer, 4- produse alimentare; 5- rampă pulverizare agent intermediar; 6- evacuare produse congelate, 7- rampă spălare bandă; 8- intrare agent spălare; 9- evacuare agent spălare; 10- tavă colectoare agent intermediar

Produsele alimentare, care trebuie să fie cât mai plate și de grosime mică, sunt așezate pe tăvi de aluminiu, iar pentru a mări suprafața de schimb de căldură plăcile

metalice se pot deplasa pe verticală, strângând ușor produsele alimentare la valori reglabile cu ajutorul unor distanțiere. După congelare se desface pachetul de plăci metalice, care apoi se decongelează cu vapori calzi de agent.

În practică se întâlnesc și aparate de congelare la care plăcile metalice răcite sunt dispuse vertical. Ca și în cazul precedent, încărcarea și descărcarea produselor alimentare necesită un volum de muncă apreciabil, motiv pentru care, la cantități mari de produse se preferă utilajele cu funcționare continuă.

Aparatul de congelare cu bandă metalică răcită (fig. 2.21.) este cu funcționare continuă și este prevăzut cu o bandă metalică răcită la partea inferioară cu un agent intermediar și care este pulverizat cu ajutorul unor duze. Pentru a intensifica schimbul de căldură la suprafața produselor alimentare și care nu sunt în contact cu banda metalică, sunt dispuse răcitoare cu aer cu convecție forțată.

Pentru congelarea unor lichide alimentare se folosește un aparat de congelare cu cilindru metalic răcit care, în contact cu lichidul, congelează o peliculă pe suprafața sa și care se îndepărtează prin intermediul unor cuțite sau rașchete.

În tabelele 2.9…2.11 sunt prezentate duratele de păstrare și depozitare pentru principalele produse alimentare de origine vegetală și animalieră

Tabelul 2.9. *Durata de păstrare în stare congelată pentru unele produse de origine animală*

Sortimentul	Temperatura ^0C	Durata, în luni
Sferturi carcasă de vită	-18 -25 -30	10-12 12-18 12-24
Semicarcasă de porc	-18 -25 -30	6 10-12 15
Carcasă de oaie	-18 -25 -30	9-10 12 24
Slănină	-18	6
Grăsimi topite	-18	9-12
Pește gras Pește slab cu stabilitate medie Pește slab cu stabilitate ridicată Crab, crevete, homar	-18 -18 -18 -18	4 8 10 6
Pui de găină ambalați	-20	6-10
Pui, rațe, curcani ambalați sub vid în folie PVC	-20	12-15
Ouă melanj	-18	12
Unt	-18	6
Smântână	-18	6

Tabelul 2.10. *Durata de păstrare a legumelor congelate la -18 ^oC*

Produsul	durata de păstrare
Ardei - neopăriţi	4-6 luni
- opăriţi	8-10 luni
Castraveţi	5-6 luni
Cartofi	8-12 luni
Ceapă	minim 12 luni
Ciuperci - individual	4-6 luni
- în bloc cu soluţii acide şi sosuri	6-12 luni
Dovlecei	7-8 luni
Fasole verde - neopărită	4-5 luni
- opărită	11-12 luni
Mazăre verde	11-12 luni
Morcov - neopărit	4-6 luni
- opărit	10-12 luni
Pătrunjel rădăcină - neopărit	4-6 luni
- opărit	6-10 luni
Pătrunjel frunze	12-14 luni
Spanac	16-18 luni
Tomate	5-6 luni
Ţelină rădăcină	6-8 luni
Ţelină frunze	14-16 luni
Varză albă şi roşie	10-12 luni
Vinete întregi sau divizate	10-12 luni
Vinete salată	5-6 luni

Tabelul 2.11. *Durata de păstrare a fructelor congelate la -18 ^oC*

Produsul	Durata de păstrare
Caise - individual	4-6 luni
- în sirop de zahăr	9-10 luni
Cireşe - individual	5-6 luni
- în sirop de zahăr	9-10 luni
Gutui - individual	5-8 luni
- în sirop de zahăr	8-11 luni
Mere - individual	3-5 luni
- în sirop de zahăr	6-8 luni
Pepene galben - divizat	6-8 luni
- în sirop de zahăr	10-12 luni
Pere - individual	4-5 luni
- în sirop de zahăr	9-10 luni
Piersici - individual	3-4 luni
- în sirop de zahăr	6-8 luni
Prune - individual	5-6 luni
- în sirop de zahăr	9-12 luni
Struguri - individual	4-8 luni
- în sirop de zahăr	8-10 luni
Vişine- individual	7-8 luni
- în sirop de zahăr	11-12 luni

Necesarul de frig la congelare se poate determina după o relație asemănătoare procesului de refrigerare (relația 2.23.), la care temperaturile sunt cele inițială și finală a produsului supus congelării. Tot din ecuația de bilanț termic se poate determina și durata operației de congelare, dacă se cunoaște necesarul orar de frig.

2.4. Conservarea prin liofilizare a produselor alimentare

Procesul de liofilizare sau criodesicare constă în eliminarea apei dintr-un produs congelat, prin sublimarea ei în vid (trecerea apei direct din stare solidă în stare de vapori). Comparativ cu alte procedee de uscare, liofilizarea realizează o mai bună conservare a calităţilor produsului proaspăt, capacitate mare de rehidratare şi temperaturi scăzute pentru depozitare şi transport, dar consumurile energetice sunt net superioare.

În ansamblul ei tehnologia de liofilizare cuprinde următoarele operaţii: tratamente preliminare, congelare, sublimarea (uscarea primară), uscarea secundară, condiţionarea, ambalarea, depozitarea.

Tratamentele preliminare sunt caracteristice fiecărui produs, dintre acestea pot fi amintite cele de natură mecanică (curăţire, tăiere, mărunţire, sortare), de natură fizică (concentrarea produselor lichide) şi de natură chimică (adaosul unor substanţe de gust şi aromă, substanţe care favorizează procesul de liofilizare, substanţe cu rol de protecţie la acţiunea microorganismelor).

Congelarea influenţează desfăşurarea fazelor următoare ale liofilizării produsului. Este recomandată o congelare rapidă, cu formarea de cristale de gheaţă de dimensiuni mici şi uniform repartizate în masa produsului. Temperaturile finale de congelare trebuie să fie de –40 ^{0}C ……..-60 ^{0}C, astfel încât toată apa din produs să fie solidificată.

Uscarea primară constă în deshidratarea produsului (eventual mărunţit după congelare) prin sublimarea apei. Acest fenomen determină o scădere a temperaturii produsului cu 2…….15 ^{0}C sau chiar mai mult, fiind urmată de o umezire superficială a acestuia. Uscarea primară este considerată ca fiind terminată atunci când întreaga masă de apă cristalizată din produs a sublimat. Vaporii de apă care rezultă în urma sublimării gheţii sunt dirijaţi spre un schimbător de căldură răcit, pe a cărui suprafaţă se face condensarea lor.

Uscarea secundară (desorbţia) este faza în care are loc îndepărtarea apei rămasă în produs după terminarea sublimării. Întrucât nu poate fi eliminată complet apa din produs, operaţia de desorbţie se opreşte atunci când conţinutul în apă al acestuia a scăzut sub valoarea umidităţii reziduale acceptată (se stabileşte experimental şi depinde de natura produsului, modul de ambalare, durata de depozitare, etc.).

Temperatura în timpul uscării este cuprinsă între 20….60 ^{0}C, iar durata uscării secundare este cuprinsă între 1..6 ore. După terminarea fazei de uscare se face presurizarea incintei de uscare cu gaz neutru, de la presiunea scăzută până la o presiune puţin mai mare decât cea atmosferică. Se evită astfel contactul imediat al produselor cu aerul exterior, gazul neutru asigurând şi o bună protecţie a acestora în timpul manipulărilor şi depozitării.

În figura 2.22. este prezentat modul de variație a parametrilor tehnologici în timpul sublimării și desorbției pentru un proces de liofilizare.

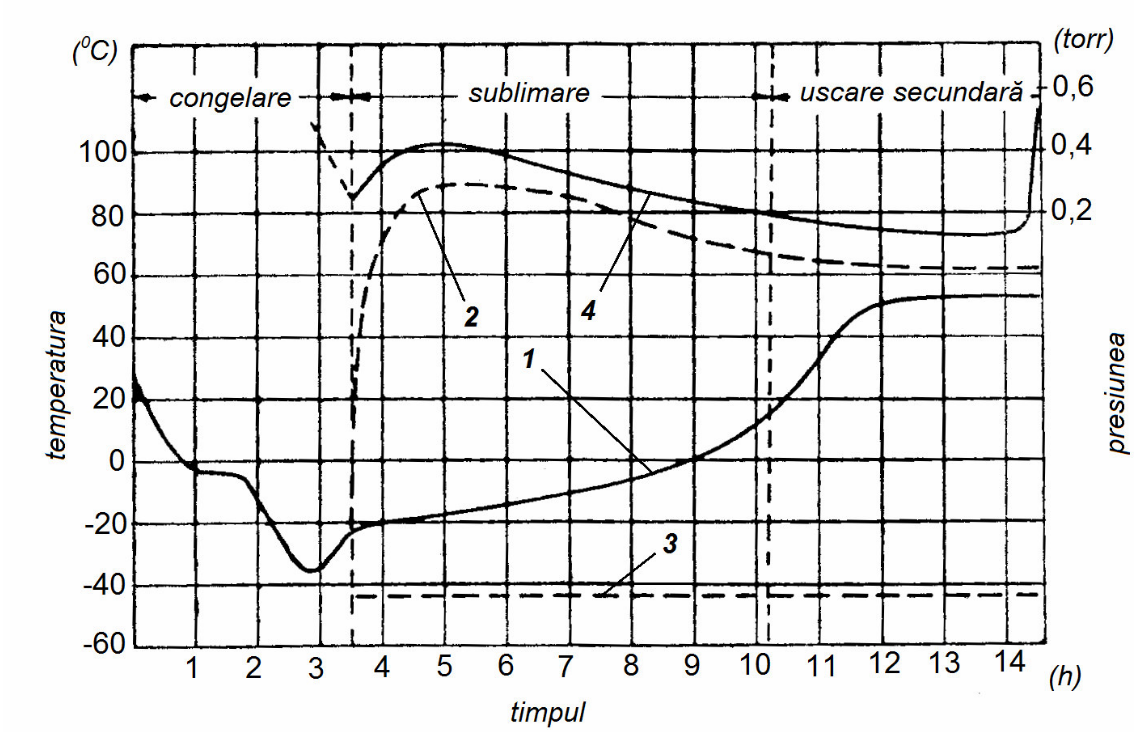


Fig. 2.22. Diagrama de variație a parametrilor tehnologici în procesul de liofilizare: 1- temperatura produsului alimentar; 2- temperatura sursei de încălzire; 3- temperatura de vaporizare în condensator; 4- presiunea din incinta de lucru

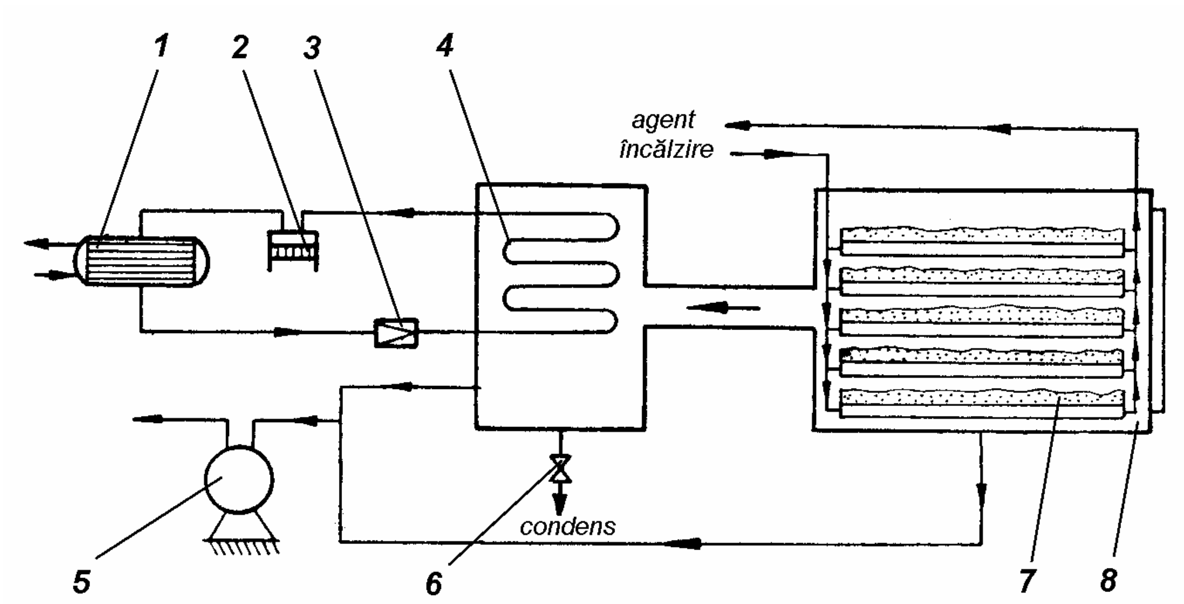


Fig. 2.23. Schema de principiu a unei instalații de liofilizare cu congelare exterioară și condensator exterior: 1- condensator frigorific; 2- compresor; 3- robinet laminare; 4- condensator vapori de apă; 5- pompă vid; 6- robinet purjare; 7- produs alimentar; 8- cameră uscare

Condiţionarea şi ambalarea produselor liofilizate. În vederea omogenizării umidităţii reziduale, produsele liofilizate trebuie depozitate timp de 2…3 zile în containere vacuumate. Condiţionarea se face în vederea eliminării sau reducerii totale a cauzelor care determină modificări în calitatea produselor pe perioada depozitării şi transportului lor.

Ambalarea produselor liofilizate se face de regulă sub vid sau în atmosferă de gaz inert (azot sau bioxid de carbon şi aer uscat cu o umiditate relativă de 10….20 %), în ambalaje perfect etanşe, impermeabile la gaze, arome, vapori de apă, grăsimi.

Depozitarea produselor liofilizate se face la temperaturi variind între 0…..30 ^{0}C, în funcţie de natura produsului, prin scăderea temperaturii de depozitare putându-se mări considerabil durata de păstrare.

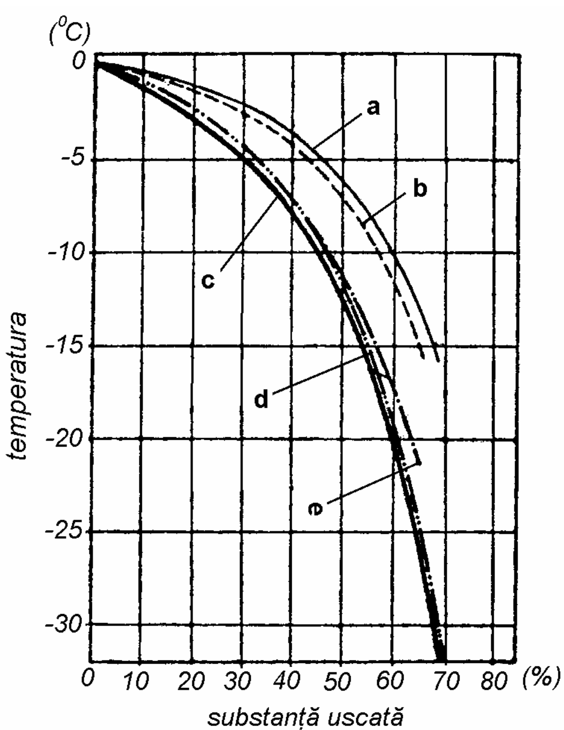
Instalațiile de liofilizare sunt de tipul cu funcționare discontinuă sau continuă și sunt destinate prelucrării lichidelor alimentare cu consistență păstoasă sau celor cu textură. De regulă congelarea se realizează separat, după care produsul este mărunțit și apoi introdus în aparate de criodesicare, unde timpul de staționare este redus. O astfel de instalație este prezentată în figura 2.23. Pentru a intensifica procesul de liofilizare, particulele mărunțite sunt deplasate prin interiorul instalației pe o bandă vibratoare sau o tobă rotativă.

Instalațiile de liofilizare cu funcționare continuă sunt de tipul tunel și se pretează la prelucrarea unui singur tip de produs alimentar, în cantități mari, spre deosebire de cele cu funcționare discontinuă și capacitate de lucru redusă, care sunt mai ușor de utilizat la diverse tipuri de produse alimentare supuse liofilizării, dar cantitățile prelucrate fiind mult mai mici.

2.5. Conservarea prin crioconcentrare a produselor alimentare

Utilizarea frigului la concentrarea sucurilor alimentare presupune congelarea unei părți a apei sub formă de cristale și separarea ei din suc, operația fiind denumită crioconcentrare.

Spre deosebire de concentrarea prin evaporare, această metodă este mai avantajoasă din punct de vedere energetic, dar și sub raport calitativ, prin păstrarea aromelor, a culorii și a componentelor nutritive ca urmare a inhibării reacțiilor chimice și biochimice la temperaturi scăzute.



Temperatura la care se realizează crioconcentrarea este dependentă de compoziția chimică a produselor alimentare, cu deosebire de concentrația în zaharuri, dar și în alte elemente organice și anorganice, care au efect direct asupra punctului de congelare. În figura 2.24 este prezentată influența unor componente ale lichidelor alimentare asupra punctului de congelare.

Limita până la care concentrarea prin congelare atinge valoarea maximă este dată de concentrația punctului eutectic al soluției și care este nivelul maxim al temperaturii la care produsul alimentar este răcit.

Fig. 2.24. Curbe de congelare pentru unele lichide alimentare: a- exctract de cafea; b- zahăr; c- fructoză; d- glucoză; e- suc de mere

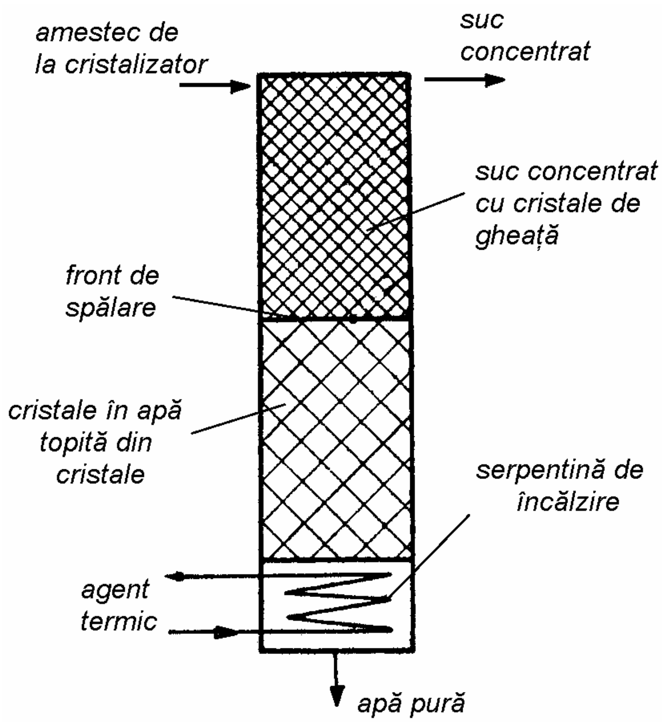


Fig. 2.25. Schema unei coloane de spălare

O problemă importantă la concentrarea sucurilor prin criocon-centrare o constituie eficiența separării cristalelor de gheață din masa de lichid. În funcție de viteza de răcire cristalele de gheață formate pot avea dimensiuni de la mare la foarte fine, pentru separarea lor fiind folosite operații de centrifugare-filtrare, presare-filtrare sau spălare în coloane verticale.

Separarea cristalelor de gheață prin centrifugare-filtrare este utilizată frecvent în practică și calitatea separării este mai mare cu cât cristalele sunt mai mari și au forma apropiată de cea sferică. Cu toate acestea pierderile de arome în procesul separării este mare și metoda este deficitară din acest punct de vedere.

O altă metodă de separare a cristalelor de gheață este presarea-filtrarea și care folosește presele hidraulice sau cu șurub. În acest caz pierderile de substanță uscată dizolvată depind de procentul de suc rămas în gheața presată. Deoarece lucrează în spațiu etanș, pierderile de arome în acest caz sunt neglijabile.

Pentru o mai completă separare a cristalelor de gheață din masa de lichid se folosesc coloanele de spălare și care asigură o separare completă a cestora. Ca și în cazul preselor, coloanele de spălare lucrează în spații fără gaz, astfel că pierderile de arome sunt neglijabile.

Într-o coloană de spălare (fig. 2.25.) o parte a sucului este trecut forțat printr-un filtru, comprimând amestecul de suc cu cristale de gheață. Se formează un strat compact de cristale care este spălat în contracurent cu apă. Alimentarea cu suc amestecat cu cristale se face pe la partea superioară și tot pe acolo se evacuează sucul concentrat, în timp ce cristalele de gheață se deplasează către baza coloanei, unde sunt topite de către căldura introdusă prin intermediul unei serpentine. Metoda permite separarea a 95-97 % din gheața topită, restul fiind reîntoarsă în coloană ca apă de spălare.

O schemă de principiu a instalației de crioconcentrare folosind separarea prin centrifugare a cristalelor de gheață este prezentată în figura 2.26. Sucul este introdus într-un prerăcitor, care folosește apa rezultată din topirea cristalelor, iar de aici ajunge în cristalizor unde este răcit cu ajutorul unui agent frigorific. După preluarea căldurii de vaporizare, agentul termic trece printr-un condensator unde cedează căldura de condensare. Amestecul de cristale de gheață și suc concentrat trec în separatorul centrifugal de unde sucul concentrat este evacuat către rezervoarele de stocare.

Există și instalații de crioconcentrare care nu folosesc centrifuge pentru separarea cristalelor de gheață de sucul concentrat, construcția acestora fiind mai complicată și

solicită echipamente de reglare automată, cu un control mult mai precis al parametrilor de lucru (fig. 2.27).

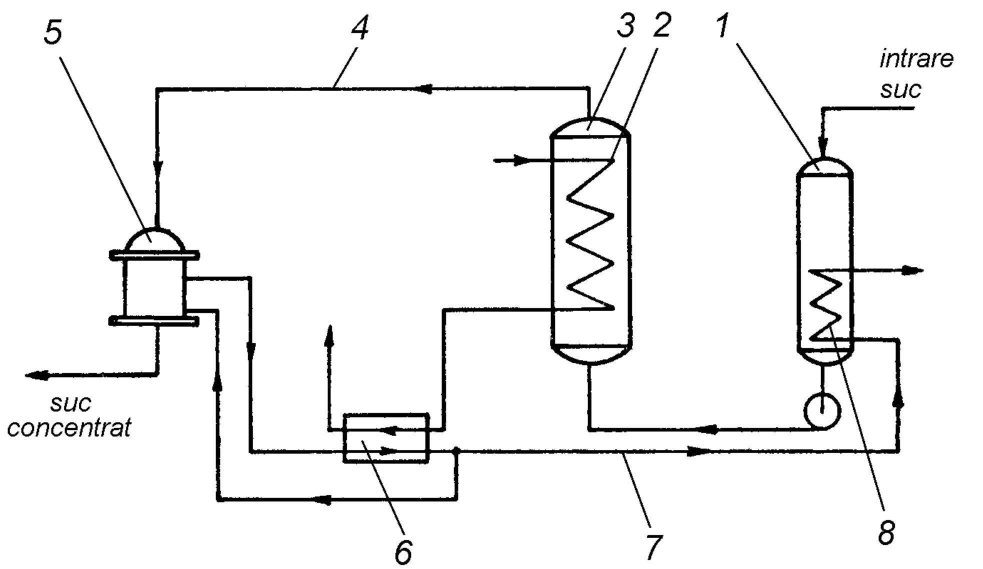


Fig. 2.26. Schema unei instalații de crioconcentrare cu separator centrifugal: 1- prerăcitor; 2- serpentină răcire; 3- cristalizor; 4- conductă pentru amestec cristale-suc concentrat; 5- centrifugă; 6- schimbător de căldură; 7- conductă retur apă rece; 8- serpentină prerăcire.

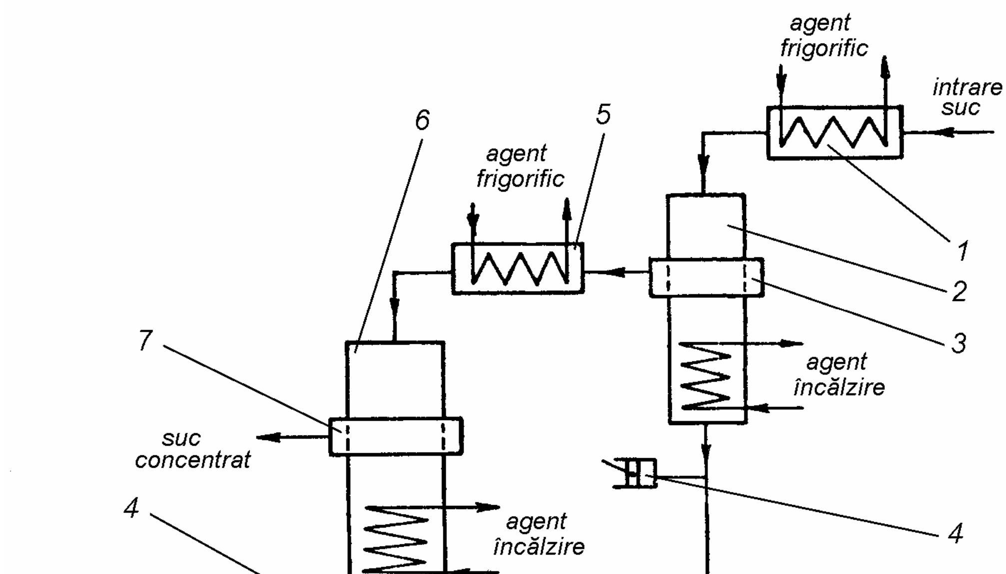


Fig. 2.27. Schema unei instalații de crioconcentrare cu separarea prin filtrare și spălarea în coloane: 1- răcitor-cristalizor; 2,6- coloane spălare; 3,7- zonă filtrare; 4- generator de impulsuri, 5- răcitor-cristalizor.

III. CONSERVAREA ALIMENTELOR PRIN TRATAMENTE TERMICE
3.1. Conservarea alimentelor prin termosterilizare

Termosterilizarea constituie un procedeu de conservare bazat pe inactivarea, prin tratament termic, a microorganismelor. Nivelul ridicat al temperaturii acţionează asupra microorganismelor după un mecanism încă neelucidat în totalitate. Au fost puse în evidenţă procese de denaturare a proteinelor, de inactivare a enzimelor, un dezechilibru al proceselor vitale, etc.

Pentru reducerea populaţiei microbiene până la anumite nivele sau pentru distrugerea ei, produsele alimentare sunt supuse la tratamente termice precum pasteurizarea sau sterilizarea, procese asupra cărora acţionează mai mulţi factori.

Durata şi nivelul temperaturii reprezintă criterii fundamentale şi care condiţionează distrugerea sau inactivarea sporilor patogeni termorezistenţi. Inactivarea sporilor de Clostridium botulinum (cei mai rezistenţi la temperaturi ridicate şi capabili să se dezvolte în condiţiile anaerobe din conserve), constituie criteriul etalon asupra eficacităţii unui regim termosterilizant. S-a definit timpul de distrugere termică (TDT) ca fiind timpul necesar pentru distrugerea completă a microorganismelor dintr-o suspensie, la o anumită temperatură.

Aciditatea mediului influenţează termorezistenţa microorganismelor, constatându-se experimental că nivelul temperaturilor necesare conservării creşte cu pH-ul produselor.

Numărul de microorganisme din produsul vegetal ce urmează a fi tratat termic are o influenţă semnificativă asupra regimului termic, o metodă simplă de reducere a lor fiind spălarea produsului.

Prezenţa enzimelor în produse determină regimul termic, constatându-se că folosirea unor temperaturi ridicate pe o perioadă scurtă de timp realizează o inactivare mai lentă a enzimelor, comparativ cu microorganismele.

Termopenetraţia. De modul în care se transmite căldura spre zona cel mai greu accesibilă pentru atingerea temperaturii de inactivare, depinde reuşita tratamentului termic. Cei mai importanţi factori ce influenţează transferul de căldură sunt: conductivitatea termică a produsului şi a ambalajului, regimul termic aplicat, temperatura iniţială a produsului, agitarea recipientului în timpul încălzirii.

Presiunea osmotică a lichidului din capilarele mediului are o importanţă deosebită asupra dezvoltării microorganismelor, care este diminuată pe măsură ce presiunea creşte. Această influenţă este exprimată prin gradul higrometric al produsului, definit ca raportul dintre presiunea vaporilor de apă din produs şi presiunea vaporilor de apă din atmosferă la saturaţie şi la aceiaşi temperatură.

Prin pasteurizare se urmăreşte distrugerea formelor vegetative ale microorganismelor, fără afectarea integrală a sporilor. Produsele sunt încălzite la temperaturi inferioare punctului de fierbere al apei (50-95 ^{0}C), menţinute o perioadă de timp, după care sunt răcite la temperatura următoarei operaţii din fluxul tehnologic sau la cea de păstrare.

Ca agent de încălzire şi răcire a produselor ambalate se foloseşte apa la diferite temperaturi, iar pentru atingerea temperaturii de pasteurizare se foloseşte abur sau un schimbător de căldură.

Cei mai importanţi factori ai pasteurizării sunt durata în timp τ şi temperatura de pasteurizare T_p, a căror dependenţă este dată de relaţia:

$$\ln \tau = a - b \cdot T_p \qquad (3.1.)$$

în care *a* este coeficient de stabilitate la temperatură a microorganismelor;

b - coeficient de stabilitate la temperatură a mediului în care se află microorganismele.

Cei doi coeficienţi se determină pe cale experimentală, în condiţiile distrugerii complete a microflorei patogene, dar şi a evitării producerii unor modificări fizico-chimice din produs, provocate de temperatură.

Aprecierea ca efect a operaţiei de pasteurizare se poate face folosind criteriul Pasteur (Pa), definit prin relaţia:

$$Pa = \int \frac{1}{\tau} \cdot d\theta \qquad (3.2.)$$

unde θ este durata, în secunde, a acţiunii termice (când $\theta=\tau$ pasteurizarea este completă).

Ecuaţia (3.2) presupune faptul că produsul a fost adus instantaneu la temperatura de pasteurizare.

În realitate efectul termic începe din perioada de încălzire, odată cu depăşirea temperaturii minime cu acţiune letală (cca 60 ^{0}C), continuă în perioada de menţinere şi răcire, până la aceiaşi temperatură minimă.

Efectul bactericid al aparatelor universale de pasteurizare se determină cu relaţia:

$$Pa_1 + Pa_2 + Pa_3 = Pa \geq 1 \qquad (3.3.)$$

în care Pa_1 este criteriul Pasteur pentru zona de încălzire a produsului;

Pa_2 - criteriul Pasteur pentru zona de menţinere a temperaturii produsului;

Pa_3 - criteriul Pasteur pentru zona de răcire a produsului.

Durata de menţinere a produsului la temperatura de pasteurizare este dată de relaţia:

$$\theta_m = \frac{l_m}{w} \qquad (3.4.)$$

unde l_m este lungimea zonei de menţinere, în m;

w - viteza produsului în această zonă, în m/s.

În raport cu temperatura şi durata de menţinere la temperatura de pasteurizare, se folosesc următoarele variante tehnologice:

● *pasteurizare lentă, joasă sau de durată*, la care încălzirea se face la 63-75 ^{0}C timp de 5-30 min, în funcţie de natura produsului şi gradul de contaminare, răcirea fiind lentă (pe cale naturală) sau rapidă;

● *pasteurizare rapidă*, la care încălzirea se face rapid până la temperaturi de 85-90 ^{0}C într-un interval de timp de 10-60 secunde, urmată de o răcire rapidă;

● *pasteurizare ultrarapidă*, la care încălzirea se face foarte rapid la temperatura de cca 150 ^{0}C, menţinerea timp de maxim o secundă, urmată de o răcire foarte rapidă;

● *uperizarea* , se bazează pe faptul că în timpul pasteurizării produsul este pulverizat foarte fin, iar în contact cu aburul supraîncălzit, folosit ca agent termic, se încălzeşte foarte repede;

● *tyndalizarea* este o pasteurizare repetată la intervale de timp necesare trecerii sporilor în forme vegetative, forme ce pot fi distruse printr-o nouă pasteurizare.

Sterilizarea este operaţia de distrugere a tuturor formelor vegetative a organismelor vii, inclusiv a celor sporulate. Alegerea unui regim de sterilizare termică este determinat de termorezistenţa microorganismelor ce provoacă deprecierea calitativă a produsului, în recipientul ales. Calculele în acest sens sunt extrem de complicate, de aceea s-a determinat experimental curba de distrugere a microorganismelor dată de relaţia:

$$\frac{2{,}3}{C} \cdot \lg \frac{N_0}{N_1} = \tau \qquad (3.5.)$$

în care *2,3/C* este timpul necesar reducerii populaţiei microbiene la jumătate (*C* fiind un coeficient ce ţine cont de natura microorganismelor);

N_0, N_1 - numărul de microorganisme iniţial şi final.

Experimental s-a constatat că timpul de distrugere termică este o funcţie exponenţială de temperatură, legătura timp-temperatură fiind dată de relaţia:

$$\lg \frac{\tau_{mT_1}}{\tau_{mT_2}} = \frac{T_1 - T_2}{\Delta T} \qquad (3.6.)$$

unde τ_{mT_1}, τ_{mT_2} sunt duratele medii de distrugere la temperaturile T_1, respectiv T_2;

ΔT - creşterea de temperatură necesară reducerii la 0,1 a valorii lui τ (Δt=5-40 ^{0}C).

Dacă temperatura este variabilă relaţia de bază este:

$$\lg \frac{N_0}{N_1} = \int_0^{\tau} \frac{d\tau}{10^{\lg \tau_r + \frac{T_r - T(\tau)}{\Delta T}}} \qquad (3.7.)$$

În ecuaţia de mai sus τ_r şi T_r sunt valori de referinţă determinate experimental (ex. pentru sporii bacterieni T_r=121,1 ^{0}C). Integrala se rezolvă grafic punând în abscisă τ şi în ordonată $1/T_m$, T_m fiind egal cu numitorul fracţiei de sub integrală. Prin integrarea relaţiei timp-temperatură se determină procesul de letalitate totală.

Pentru timpul de distrugere termică (TDT) a microorganismelor se dă relaţia:

$$\lg \frac{\tau_1}{\tau} = \frac{T - 140}{z} \qquad (3.8.)$$

în care τ_1 este durata în minute pentru distrugerea microorganismelor la temperatura de 140 ^{0}C;

τ - TDT la temperatura T ^{0}C;

z - panta curbei TDT.

În aceste condiţii viteza de sterilizare a produsului se poate determina cu relaţia:

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_1 anti \lg \frac{140 - T}{z}} \qquad (3.9.)$$

Durata procesului de sterilizare se mai poate determina şi din probabilitatea de supravieţuire a microorganismelor în recipient, plecând de la relaţia:

$$N_1 = N_0 \cdot 10^{-\frac{m_S}{\tau'_r}} \qquad (3.10.)$$

unde m_S este mortalitatea în recipient;

τ'_r - durata în minute necesară distrugerii la 140 ^{0}C a 90 % din microorganisme.

Ca şi în cazul pasteurizării, pentru fiecare produs, tip şi format de recipient se stabileşte o formulă de sterilizare de tipul $\frac{\tau_1 - \tau_2 - \tau_3}{T}$, în care τ_1, τ_2, τ_3 sunt duratele în

minute ale perioadelor de încălzire, menţinere la temperatura de sterilizare şi răcire, *T* fiind temperatura de sterilizare.

3.1.1. Conservarea prin termosterilizare a legumelor și fructelor

Legumele care deţin cea mai mare pondere în categoria acestor conserve sunt mazărea verde sub formă de boabe, păstăile de fasole verde şi tomatele depelate.

Tehnologia conservelor de mazăre. Mazărea este consumată sub formă de boabe verzi conservate, reprezentând peste 20 % din producţia de conserve de legume.

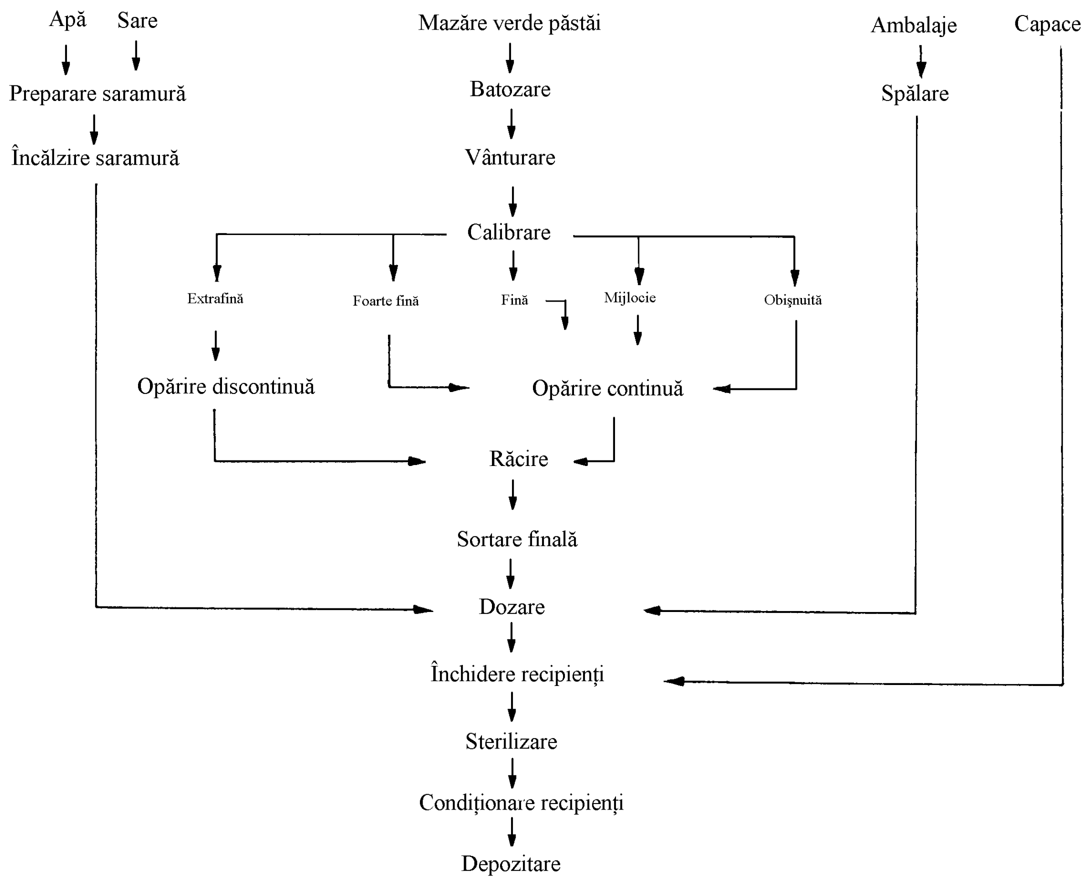


Fig. 3.1. Schema tehnologică de fabricare a conservelor de mazăre verde

Deoarece în stare proaspătă îşi păstrează calitatea un timp scurt, de la recoltare şi până la introducerea ei în fluxul de fabricaţie trebuie să treacă cel mult două ore, transportul făcându-se în cisterne izoterme. Schema tehnologică de obţinere a conservelor de mazăre este prezentată în figura 3.1.

Mazărea se supune unei operaţii de sortare în trioare (instalaţii cu site având diametrul diferit), fiind diferenţiată pe calităţi în funcţie de mărimea boabelor.

Operaţia de opărire are ca scop îndepărtarea substanţelor de la suprafaţa boabelor, scurse de la strivirea ţesuturilor vegetale (în urma batozării), înmuierea ţesuturilor, provocând dilatarea celulelor şi îndepărtarea gazelor şi a oxigenului intercelular. Mazărea se opăreşte la 90-95 ^{0}C, timpul de opărire oscilând între 3-10 minute, în funcţie de calitatea

ei (3-4 min. la mazăre foarte fină şi 7-10 min. la mazăre obişnuită). Se va evita supraopărirea întrucât prin înmuierea pronunţată a boabelor este favorizat fenomenul de amidonare. Limitarea acţiunii căldurii se face prin răcire, operaţie urmată de o sortare finală.

Umplerea recipienţilor se face astfel ca raportul între saramură şi boabe să fie cel optim (la mazăre partea solidă trebuie să fie cca 60-65 % din volumul recipientului). Peste boabe se adaugă saramura care în prealabil a fost încălzită la 90 ^{0}C, favorizând eliminarea aerului din recipient.

O problemă sensibilă este închiderea recipienţilor care, în cazul cutiilor se face ermetic, de obicei sub vid, iar la borcane sub acţiunea vidului ce se creează în timpul sterilizării (capacul joacă rol de supapă care la sterilizare permite eliminarea aerului din borcan, etanşarea realizându-se prin vacuumul creat în borcan la răcire).

Operaţia de sterilizare se face după formula stabilită pe cale experimentală şi ea trebuie respectată cu stricteţe, orice abatere determinând afectarea calităţii produselor conservate (ex: la mazărea fină şi foarte fină, ambalată în cutii 1/1, relaţia este $\frac{15-20-15}{120}(1{,}8atm)$, în care este precizată şi presiunea din autoclavă la care se face sterilizarea).

Condiţionarea recipienţilor se face în funcţie de tipul ambalajului şi constă după caz, în ştergerea sau uscarea lor, marcare şi etichetare.

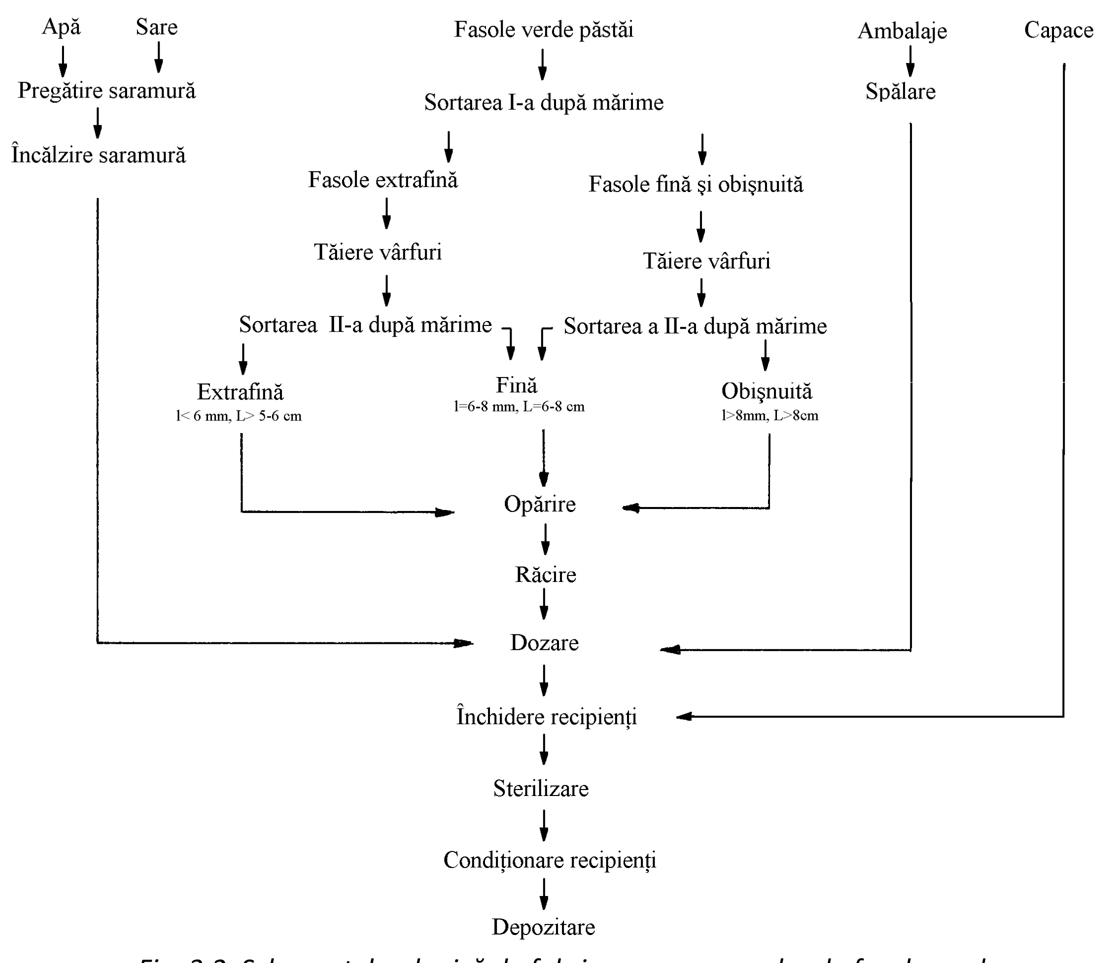


Fig. 3.2. Schema tehnologică de fabricare a conservelor de fasole verde

Tehnologia conservelor de fasole verde. Pentru aceste conserve materia primă o constituie păstăile verzi de fasole, ajunse la maturitate tehnologică şi care trebuie să fie fragede dar lipsite de "aţă". În mod obişnuit operaţiile din fluxul tehnologic de fabricaţie sunt prezentate în figura 3.2.

Într-o primă fază se execută operaţiile de sortare, de tăiere a vârfurilor şi eventual tăierea păstăilor în bucăţi de diverse lungimi. Sortarea materiei prime se face de obicei în funcţie de lungimea păstăilor, excepţie făcând fasolea grasă care nu se sortează pe dimensiuni. Tăierea vârfurilor se poate face atât înainte, cât şi după sortarea păstăilor.

Operaţiile de prelucrare cuprind în principal opărirea, umplerea recipientelor şi sterilizarea. Opărirea se face în mod discontinuu la fasolea extrafină şi continuu la celelalte sorturi (într-un interval de timp cuprins între 3-8 minute), realizând o inactivare a enzimelor şi eliminarea aerului din ţesuturi. Răcirea se face cu jeturi de apă rece, pe o plasă de sârmă ce asigură şi scurgerea apei, urmată de un control final ce urmăreşte îndepărtarea păstăilor sfărâmate şi a eventualelor impurităţi.

Dozarea păstăilor în recipiente se execută manual, după care se adaugă saramura , în concentraţie de 1-2 % şi încălzită la 80-85 ^{0}C. Sterilizarea se face în instalaţii cu funcţionare continuă (produse ambalate în cutii) sau cu funcţionare discontinuă (produse ambalate în borcane), regimul termic fiind caracteristic fiecărui sortiment în parte.

După sterilizare şi răcire recipientele cu produsul conservat se spală la exterior, se usucă, se etichetează şi se ambalează în vederea depozitării.

Tehnologia conservelor de tomate depelate. Materia primă o constituie tomatele cu textură tare şi care rezistă bine la operaţia de sterilizare. Schema tehnologică de fabricaţie este prezentată în figura 3.3.

Îndepărtarea pieliţei tomatelor sau depelarea se poate face prin: opărire cu apă sau abur, prin încălzire cu gaze de ardere (300-340 ^{0}C şi viteza gazelor de 84 m/s) sau pe cale chimică cu soluţie de hidroxid de sodiu.

După umplerea recipienţilor se pun capacele şi se face o primă roluire a acestora. Următoarea operaţie este exhaustarea, obligatorie la aceste conserve, prin care se aduce temperatura din recipient la cca 75 ^{0}C şi se elimină o parte din aerul rămas în interior.

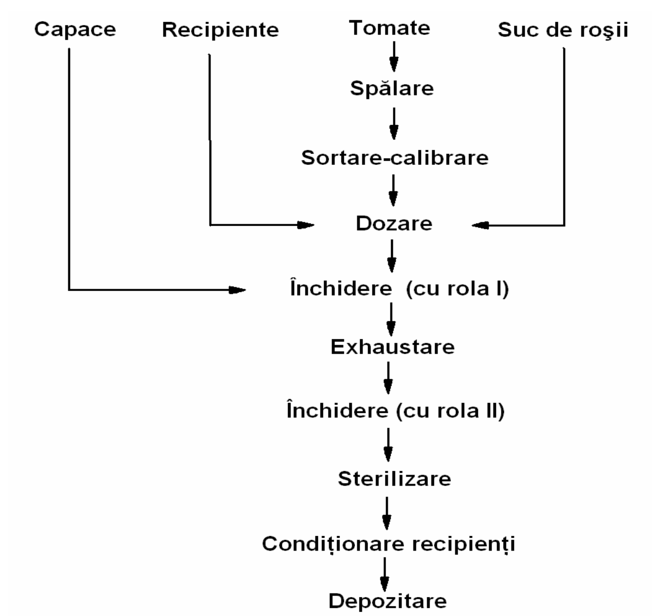


Fig. 3.3. Schema tehnologică de fabricaţie a tomatelor depelate

După închiderea definitivă se face sterilizarea şi condiţionarea recipientelor, conservele astfel obţinute fiind depozitate la temperaturi de până la 20-30 ^{0}C

Tehnologia de fabricare a compoturilor din fructe. Compotul este un produs alimentar obţinut prin tratarea termică a fructelor în sirop de zahăr, ambalate în recipiente închise ermetic, siropul de zahăr având rolul de a favoriza atât sterilizarea, cât şi de a îmbunătăţi calitatea compotului.

Fructele pot fi întregi sau divizate, cele mai folosite la fabricarea compoturilor fiind: cireşele, vişinile, prunele, piersicile, caisele, strugurii, merele, perele, gutuile, ananasul, etc.

Schema generală de obţinere a compoturilor este prezentată în figura 3.4, liniile tehnologice fiind structurate pe grupe de fructe (mere-pere-gutui, cireşe-vişine, piersici-caise).

Toate fructele sunt supuse operaţiilor de spălare şi sortare-calibrare, în urma cărora sunt îndepărtate impurităţile, fructele vătămate sau nematurate. Următoarele operaţii depind de soiul de fructe şi au ca scop eliminarea unor părţi necomestibile, divizarea sau opărirea lor.

Prin fierberea apei cu zahăr şi filtrarea acestei soluţii se obţine siropul de zahăr, a cărui concentraţie depinde de concentraţia finală a compotului şi de conţinutul în zahăr al fructelor, fiind cuprins de obicei între 35-45 %.

După un ultim control se face dozarea fructelor manual sau mecanizat, în recipienţi de sticlă sau metalici, peste care se toarnă siropul încălzit la 60-70 ^{0}C pentru cireşe, vişine şi prune, respectiv 80-85 ^{0}C pentru restul fructelor.

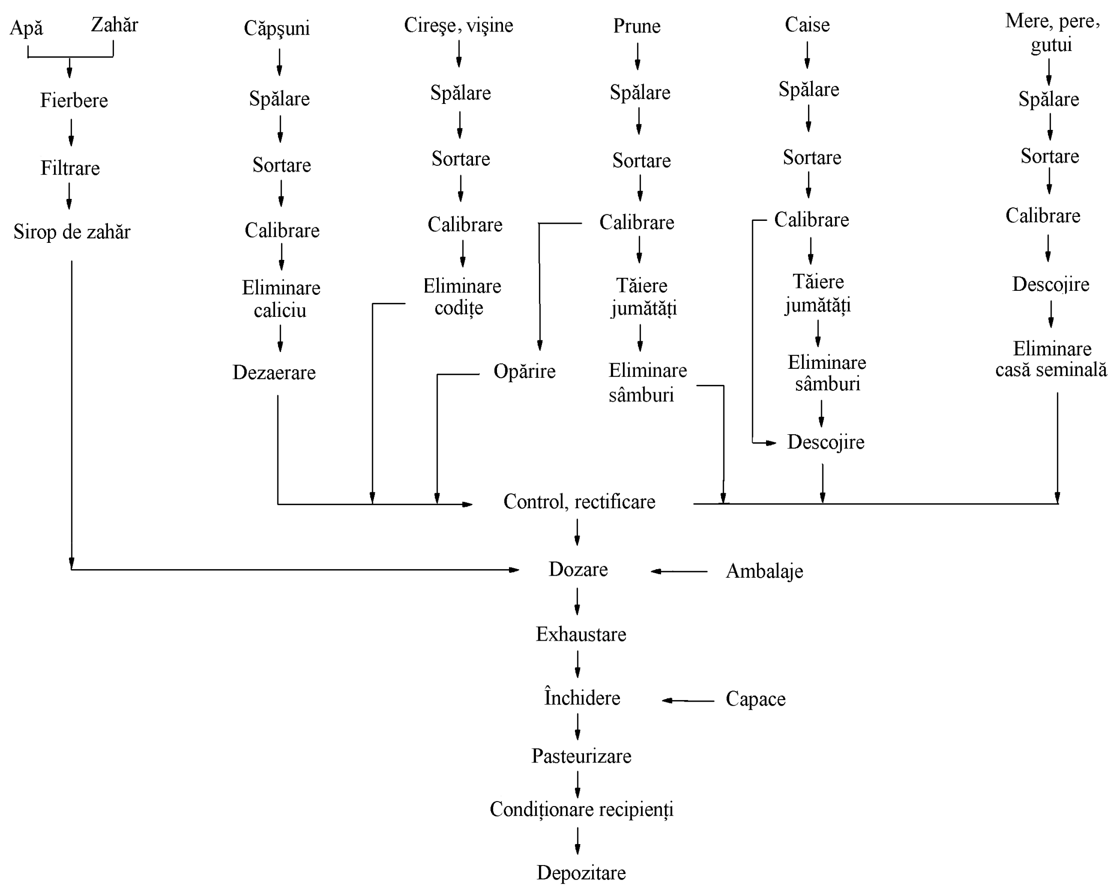


Fig. 3.4. Schema tehnologică de fabricare a compotului

Închiderea recipienţilor se face odată cu exhaustarea, astfel că se asigură o depresiune cuprinsă între 150-350 mm Hg, diferenţiat în funcţie de soi, evitând pe cât posibil prezenţa aerului în recipienţi.

Tratamentul termic de pasteurizare presupune încălzirea recipienţilor la cca 100 ^{0}C, răcirea la cca 40 ^{0}C, iar pentru definitivarea difuziei între fructe şi sirop se face o păstrare timp de două săptămâni la temperaturi de 10-20 ^{0}C. Prin aceasta se instalează starea de echilibru iar compoturile pot fi expediate către consum.

Tehnologia de fabricare a cremogenatelor din legume şi fructe. Cremele din legume şi fructe sunt produse alimentare obţinute prin strecurarea sau pasarea materiei prime, în urma omogenizării rezultând o pastă cu structură fină.

Pregătirea şi condiţionarea materiei prime depinde de specie şi constă în spălare, sortare, eliminarea părţilor necomestibile. Pentru înmuierea texturii şi creşterea randamentului operaţiei de pasare, materia primă este încălzită la 90-95 ^{0}C.

Strecurarea se realizează cu o pasatrice iar pentru obţinerea unor creme fine se utilizează grupuri de strecurare având site cu orificii de până la 0,4-0,6 mm, sau folosind mori coloidale. Pentru corectarea însuşirilor fizice şi senzoriale se face cupajarea cremelor, iar la cremele îndulcite se adaugă zahăr.

Cremele preîncălzite se ambalează în recipiente care, se supun unui tratament de conservare prin sterilizare.

Tehnologia de fabricare a produselor concentrate din legume şi fructe. Prin îndepărtarea unei importante cantităţi de apă din produsele alimentare se reduce sau chiar încetează activitatea microorganismelor, produsele concentrate prezentând o mai bună conservabilitate. Concentrarea se poate realiza prin evaporare, crioconcentrare şi osmoză inversă.

<u>Concentrarea produselor prin evaporare</u>. Procedeele de concentrare sunt continue sau discontinue, iar în funcţie de presiunea la care are loc sunt: concentrare la presiune normală şi concentrare sub presiune scăzută.

<u>Crioconcentrarea</u> constă în cristalizarea unei părţi din apa conţinută de soluţie şi separarea cristalelor din concentratul format. Acest procedeu prezintă unele avantaje calitative foarte importante, deoarece evită modificări de natură chimică sau organoleptică ale produsului, dar solicită costuri investiţionale şi de exploatare mari.

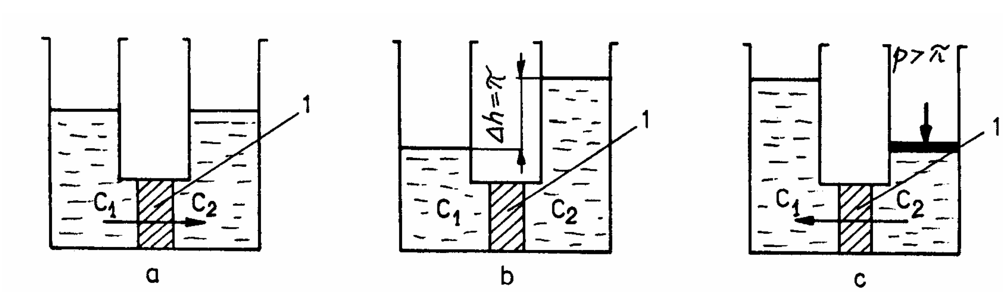


Fig. 3.5. Reprezentarea fenomenului de osmoză: a-osmoză directă, b-echilibru osmotic, c-osmoză inversă, 1-membrană semipermeabilă.

<u>Concentrarea prin osmoză inversă</u> se bazează pe fenomenul prin care, dacă un lichid concentrat este supus unei presiuni care depăşeşte presiunea osmotică, se produce

fenomenul de osmoză inversă, adică apa din lichidul concentrat va trece prin membrana semipermeabilă spre apa pură (fig.3.5.).

Produse concentrate obţinute din legume. În sortimentul produselor concentrate obţinute din legume, pasta de tomate şi bulionul au ponderea cea mai mare, gradul de concentrare fiind cuprins între 18-40 %, în funcţie de tipul produsului.

Materia primă, tomatele, trebuie să aibă un conţinut cât mai ridicat în substanţă uscată, să fie maturate uniform, cu pulpa fructelor suficient de consistentă şi culoare roşie intensă. Creşterea sau scăderea substanţei uscate cu 1 % faţă de valoarea standard (5 %), determină modificări ale randamentului instalaţiilor de concentrare cu 15-20 %, a duratei procesului de fabricaţie, cu implicaţii asupra eficienţei economice.

Principalele etape ale procesului tehnologic (fig. 3.6) sunt: obţinerea sucului, concentrarea şi pasteurizarea sucului, condiţionarea şi ambalarea produsului.

Pentru obţinerea sucului tomatele se spală, se sortează, după care se zdrobesc, realizând totodată şi separarea seminţelor din masa de pulpă înainte de preîncălzirea ei. În acest fel se evită trecerea substanţelor tanante în suc, rezultând o pastă de calitate.

Preîncălzirea pulpei determină trecerea protopectinei în pectină (se îmbunătăţeşte consistenţa produsului), o inactivare parţială a activităţii microorganismelor şi creşterea randamentului la strecurare. Întrucât prin încălzire se produce şi o închidere a culorii pastei, la unele linii tehnologice pulpa este strecurată la temperaturi scăzute. Strecurarea are ca scop separarea sucului de pieliţe, operaţie realizată cu ajutorul pasatricelor, iar pentru creşterea randamentului ea se face în două sau trei trepte.

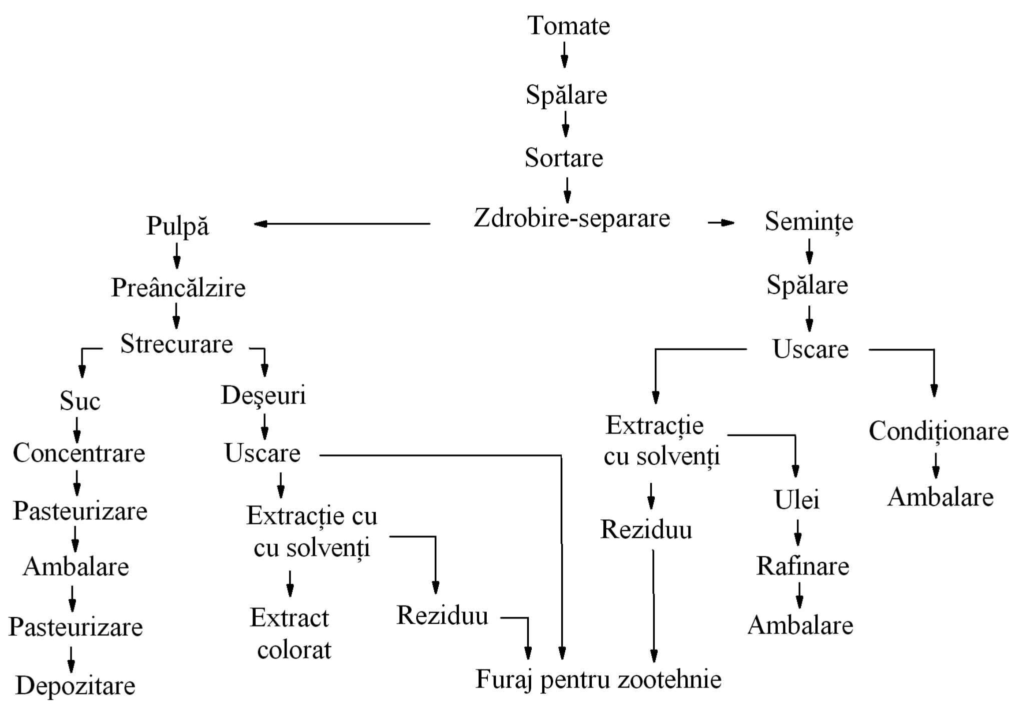


Fig. 3.6. Schema tehnologică de valorificare integrală a tomatelor

Concentrarea sucului este un proces ce depinde de concentraţia, temperatura şi debitul produsului la intrarea în instalaţie, precum şi de concentraţia finală corespunzător celor două categorii de concentrate. Deoarece condiţiile de temperatură în care se desfăşoară procesul permite unei părţi din microfloră să rămână în stare viabilă, operaţia

de pasteurizare a pastei devine obligatorie. O a doua pasteurizare se poate face după ce produsul este ambalat în recipiente ermetice (borcane, cutii metalice de diferite capacităţi, butoaie, etc.).

Produse concentrate obţinute din fructe. Sunt produse obţinute din fructe la care se adaugă zahăr într-o proporţie în care, prin presiunea osmotică obţinută în stare lichidă, are o acţiune anabiotică. Zahărul exercită o acţiune de conservare a produselor faţă de bacterii şi drojdii neosmofile, dar pentru mucegaiuri şi drojdiile osmofile sunt necesare tratamente termice de conservare.

În aceiaşi categorie de produse se regăsesc şi sucurile concentrate de fructe, fără adaos de zahăr, tratate cu enzime pectolitice şi depectinizate, în figura 3.7. fiind prezentată o schemă de principiu a liniei tehnologice de obţinere a lor.

Fierberea, proces complex de difuzie-osmoză, este operaţia caracteristică acestor produse, având ca scop saturarea fructelor cu zahăr şi eliminarea unei părţi din apă. Ca metode de fierbere se deosebesc: fierberea cu zahăr, fierberea cu sirop de zahăr, în aparate cu depresiune, fierberea după osmoza la rece a fructelor cu zahăr.

Produsele care se obţin prin concentrarea şi adaus de zahăr se împart în produse gelificate şi negelificate.

Produsele concentrate gelificate sunt geluri de fructe cu zahăr, pectină şi acizi alimentari, fiind reprezentate de gemuri, marmelade şi jeleuri. Materia primă o constituie fructele întregi sau divizate (gemuri), marcuri, pulpe sau paste de fructe (marmeladă), sucuri de fructe (jeleuri), la acestea adăugându-se zahăr, acizi alimentari (acid citric, acid tartric) şi pectină, ca substanţă gelifiantă.

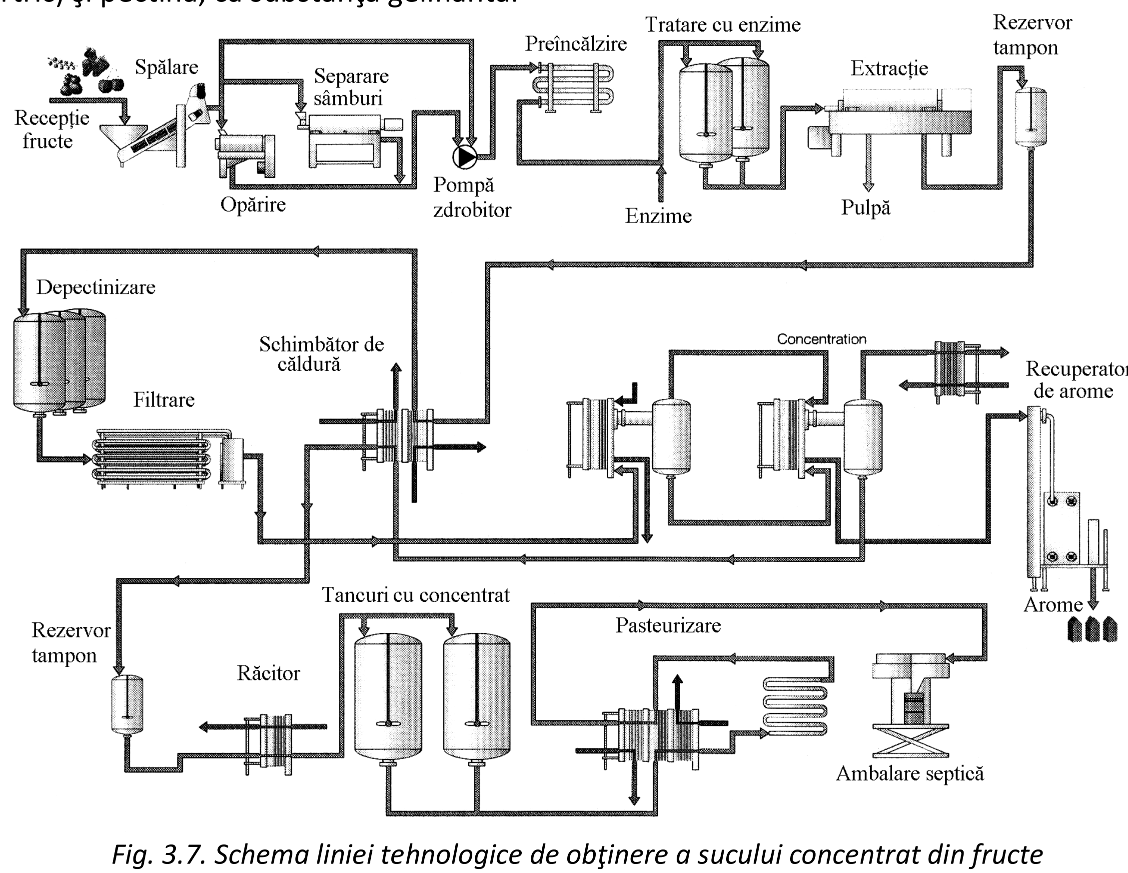


Fig. 3.7. Schema liniei tehnologice de obţinere a sucului concentrat din fructe

Proprietatea pectinei de a forma gel creşte cu masa moleculară a sa, gradul de gelificare (exprimat în grade) reprezentând cantitatea de zahăr în grame, capabilă să transforme un gram de pectină într-un gel de consistenţă standard.

Procesul tehnologic de fabricare a produselor gelificate este prezentat în figura 3.8. iar caracteristicile unor produse finite în tabelul 3.1.

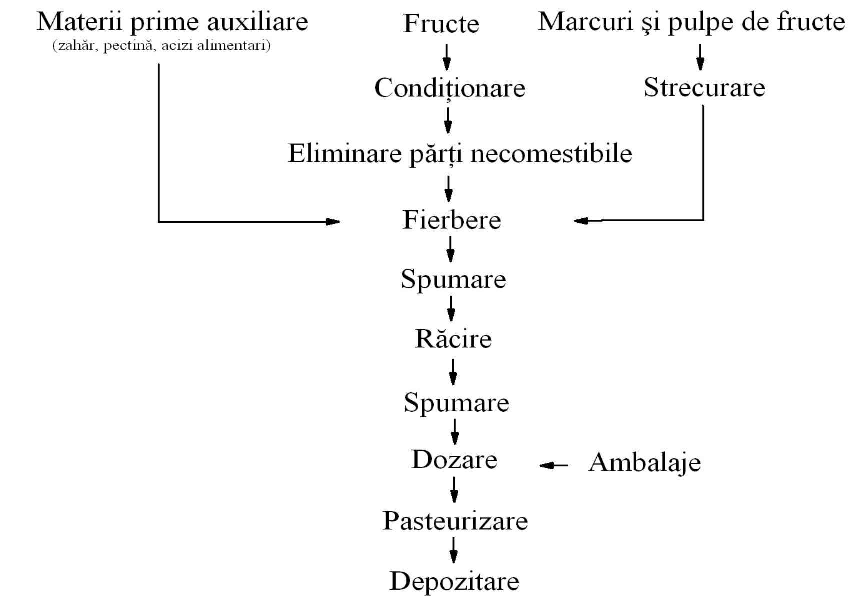


Fig. 3.8. Schema tehnologică generală de fabricare a gemului şi marmeladei

Gemul constituie un produs obţinut din fructe proaspete sau semiconservate, în care trebuie să se distingă fructe sau bucăţi de fructe.

Condiţionarea materiei prime cuprinde operaţiile de sortare, spălare, curăţire, tăiere sau divizare. După eliminarea părţilor necomestibile se face concentrarea prin fierbere, îmbibarea fructelor cu zahăr şi formarea gelului depinzând de raportul dintre pectină, zahăr şi acid. Procesul de fierbere trebuie astfel condus încât fructele să se păstreze pe cât posibil întregi, cu aroma şi culoarea specifică.

Răcirea este operaţia prin care se reduce temperatura produsului până la 75-80 ^{0}C, evitându-se astfel caramelizarea zahărului şi creşterea vâscozităţii.

Marmelada se obţine din fructe proaspete, marcuri şi pulpe de fructe, fierte cu zahăr, cu sau fără adaus de pectină şi acizi alimentari, conform reţetei de fabricaţie.

Tabelul 3.1. *Caracteristicile principale ale produselor concentrate gelificate*

Caracteristicile	Gem	Marmeladă	Jeleu
Substanţe solubile la 20^{0}C, min ^{0} ref.	61	61	67-69
Aciditate (malic) %, min	0,5	0,5-1,8	0,7-1,3
Impurităţi minerale insolubile %, max	0,1	0,05	-
Cupru, mg/kg, max	7	15	-
Staniu, mg/kg, max	100	100	-

Jeleurile sunt produse gelificate obţinute din sucurile de fructe cu adaus de zahăr, acizi alimentari şi pectină. Sucurile folosite ca materie primă provin din fructe cu aromă şi

culoare bine definite care, în prealabil sunt limpezite, fapt ce determină obţinerea unor produse transparente, strălucitoare.

Produsele concentrate negelificate sunt reprezentate de către dulceaţă, siropul de fructe magiunul, pasta de fructe şi fructele confitate. Principalele caracteristici ale unor astfel de produse sunt prezentate în tabelul 3.2.

Dulceaţa este un produs obţinut prin înglobarea fructelor (întregi sau divizate) într-o masă de sirop concentrat, negelificat.

Materia primă o constituie fructele proaspete de cea mai bună calitate, de la o singură specie. Principalele etape ale procesului de fabricaţie cuprind condiţionarea materiei prime, fierberea sau concentrarea şi ambalarea produsului finit.

Condiţionarea cuprinde spălarea, obligatorie pentru toate speciile de fructe, sortarea (care se repetă de 2-3 ori), iar în funcţie de specia de fructe eliminarea părţilor necomestibile (codiţe, sâmburi, casă seminală) şi divizarea sau tăierea în diferite forme (jumătăţi, sferturi, cuburi, tăiţei, etc.).

Tabelul 3.2. *Caracteristicile principale ale unor produse concentrate negelificate*

Caracteristici	Dulceaţă	Sirop de fructe	Pastă de fructe
Fructe %	45-55	-	-
Substanţe solubile la 20^{0}C, min ^{0} ref.	72	68	58
Aciditate (malic) %, min	0,7	1	0,8-1,5
Impurităţi minerale insolubile %, max	0	0,07	0,10
Cupru, mg/kg, max	10	12	10
Staniu, mg/kg, max	100	100	100

Fierberea fructelor cu zahăr sau sirop de zahăr se face într-o perioadă de timp de 20-40 minute, în funcţie de specie, după care produsul este răcit atât pentru asigurarea unei mai bune omogenizări şi difuzii, cât şi pentru a evita caramelizarea zahărului.

După ambalarea în recipiente ermetice, dulceaţa se supune unei operaţii de pasteurizare, putând fi astfel livrată către consumatori.

Siropurile de fructe sunt produse obţinute din sucuri de fructe la care s-au adăugat zahăr şi acizi alimentari, fiind folosite la fabricarea băuturilor răcoritoare sau a produselor de cofetărie.

Materia primă o constituie de regulă, sucurile de fructe conservate cu bioxid de sulf. Tehnologia de fabricare prevede desulfitarea sucurilor cu recuperarea aromelor, sub formă de produs concentrat şi încorporarea lui în sirop. Fierberea sucului cu zahăr trebuie atent condusă pentru a evita pierderile de aromă. Totodată, o fierbere îndelungată determină invertirea zahărului cu îmbunătăţirea calităţii siropului, iar pentru favorizarea fierberii se adaugă acid tartric şi acid citric, proporţional cu aciditatea iniţială a sucului.

Fructele confitate sunt produse obţinute prin impregnarea fructelor cu cantităţi mari de zaharuri (până la 80 % S.U. solubilă). Materia primă sunt fructele proaspete (întregi sau divizate) sau fructele conservate prin sulfitare.

După o condiţionare primară (spălare, sortare, curăţire, divizare) fructele se opăresc, operaţie prin care se elimină agentul conservant, se înmoaie parţial ţesuturile vegetale favorizând procesul ulterior de osmoză.

Confitarea este operaţia prin care fructele se trec prin băi cu sirop de concentraţii crescute progresiv, de la 36 ^{0}ref. la 80^{0}ref. , la temperaturi apropiate de 100 ^{0}C, după care fructele destinate consumului direct sunt acoperite cu un strat de cristale fine de zahăr (glasare).

Magiunul este produsul obţinut la concentrarea prin fierbere a prunelor, de regulă fără adaus de zahăr, umiditatea produsului ajungând la cca 35 %.

Sucurile cu pulpă sunt produse care păstrează integral valoarea alimentară a legumelor şi fructelor, gustul şi aroma lor.

Materia primă, care trebuie să îndeplinească aceleaşi condiţii ca la obţinerea sucurilor limpezi, după condiţionarea primară este supusă unei preîncălziri la 92-95 ^{0}C, în vederea înmuierii texturii, inactivării enzimelor şi creşterii randamentului în suc.

Obţinerea sucului cu pulpă se realizează prin:

- strecurare, rezultând un suc cu fluiditate redusă;
- presare, se obţine un suc mai fluid şi conţinut scăzut în pulpă;
- dezintegrare, se obţine o mărunţire fină a materiei prime.

Calităţile senzoriale şi caracteristicile fizice ale produsului se corectează prin cupajare (amestecarea diferitelor sucuri) sau prin adăugarea de sirop de zahăr (40-60 %). Pentru îmbunătăţirea aspectului şi stabilităţii (au tendinţa de a sedimenta în timp) sucurile cu pulpă se supun operaţiilor de omogenizare (prin micşorarea dimensiunilor particulelor la 50-100 μ) şi dezaerare. Datorită faptului că aerul solubilizat în produs determină oxidarea substanţelor organice, dezaerarea este o operaţie obligatorie.

După îmbuteliere sucurile cu pulpă se supun unui tratament de conservare, cea mai utilizată metodă fiind termosterilizarea.

Sucurile cu pulpă obţinute prin omogenizarea pireurilor de fructe cu sirop de zahăr, cu adaus de acid ascorbic sau citric, se numesc nectare.

Băuturile răcoritoare sunt produse alimentare obţinute din sucuri naturale diluate cu apă, la care se adaugă zahăr, arome, coloranţi, supuse saturării cu bioxid de carbon (fig. 3.9.).

Ambalarea băuturilor răcoritoare se face în butelii din sticlă sau materiale plastice, la presiunea de 0,2 MPa, purtând pe ele denumirea fructelor din care provin.

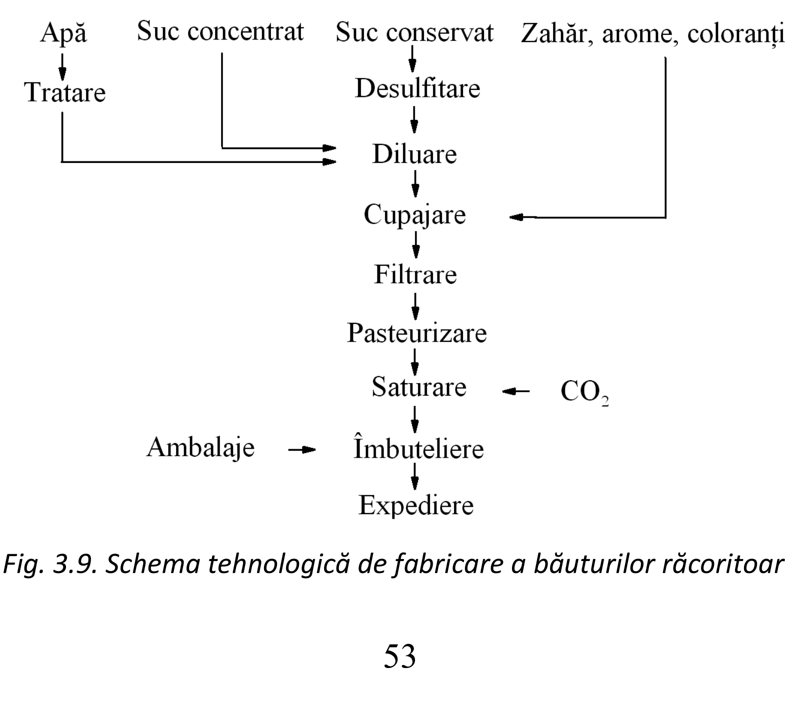


Fig. 3.9. Schema tehnologică de fabricare a băuturilor răcoritoare

3.1.2. Conservarea prin termosterilizare a cărnii și a laptelui

Conservarea cărnii prin tratamente termice. Prelucrarea termică a cărnii este folosită atât ca metodă de conservare, cât şi ca fază pregătitoare, fiind realizată prin fierberea cu apă sau abur, prăjire, coacere şi frigere.

Conservarea prin fierbere. Pentru majoritatea produselor din carne fierberea este una dintre operaţiile obligatorii şi ea contribuie la reducerea numărului de microorganisme, la creşterea digestibilităţii prin înmuierea texturii, fiind puse în valoare aroma şi gustul specific.

Prin fierbere carnea pierde în greutate între 25-35 %, aici fiind incluse apă, substanţe proteice, grăsimi şi săruri minerale, pierderile scăzând cu mărimea bucăţilor de carne.

Conservarea prin prăjire. Prăjirea contribuie, prin îmbibarea cu grăsimi la 140-160 ^{0}C, la creşterea valorii nutritive a cărnii. Operaţia se poate face în ulei sau în untură, transformările pe care le suferă carnea fiind dependente de temperatura şi durata de prăjire.

Cele mai importante modificări le cunosc grăsimile, fiind datorate oxidării termice a acizilor graşi, cu formarea de produşi volatili şi substanţe polimerizate. Prin prăjire, o parte din apă se evaporă şi întrucât absorbţia de grăsime este limitată, produsul se contractă modificându-şi densitatea.

Conservarea prin coacere şi frigere. Diferenţa dintre cele două procedee şi prăjire constă în nivelul pierderilor (grăsime, proteine, săruri minerale, vitamine). Coacerea şi frigerea cărnii determină pierderi medii de cca 12 % în proteine şi 24 % în grăsime, în funcţie de felul cărnii şi regimul termic, fiind mai mici la frigere comparativ cu prăjirea sau coacerea.

Tehnologia de fabricare a conservelor din carne. Conservele din carne sunt produse alimentare cu o durată de păstrare mare, ca efect al tratamentului termic de sterilizare la temperaturi ce depășesc 100 ^{0}C. Sub formă de mâncăruri sau preparate, produsele sunt distribuite în ambalaje metalice sau din sticlă etanșe, fapt ce permite menținerea în timp a principiilor nutritive ale acestora.

În consum acestea se regăsesc într-o gamă diversificată și care se pot clasifica astfel:

- conserve de carne obișnuite: aici se regăsesc carnea în suc propriu, respectiv carne, costiță, cârnăciori cu orez sau fasole boabe, gulașuri și papricașuri de vită sau porc, ardei umpluți cu carne tocată de vită sau porc, conserve din carne tocată de tip luncheon meat și corned beef, respectiv sub formă de paste precum pateuri, hașeuri;

- conserve dietetice: au în compoziție carne de mânzat dietetică asociată cu legume în suc propriu sau în sos tomat, ardei umpluți cu carne dietetică și chiar rasol de mânzat;

- conserve pentru alimentația copiilor: au o compoziție diversă în funcție de vârsta copiilor (baby food, junior food sau senior food), conținutul fiind supus mărunțirii sub formă de paste pentru o mai ușoară digestie, în care se adaugă principii nutritive și energetice necesare dezvoltării organismului.

Tehnologia de fabricare a conservelor din carne cuprinde operaţii specifice conform schemei prezentate în figura 3.10.

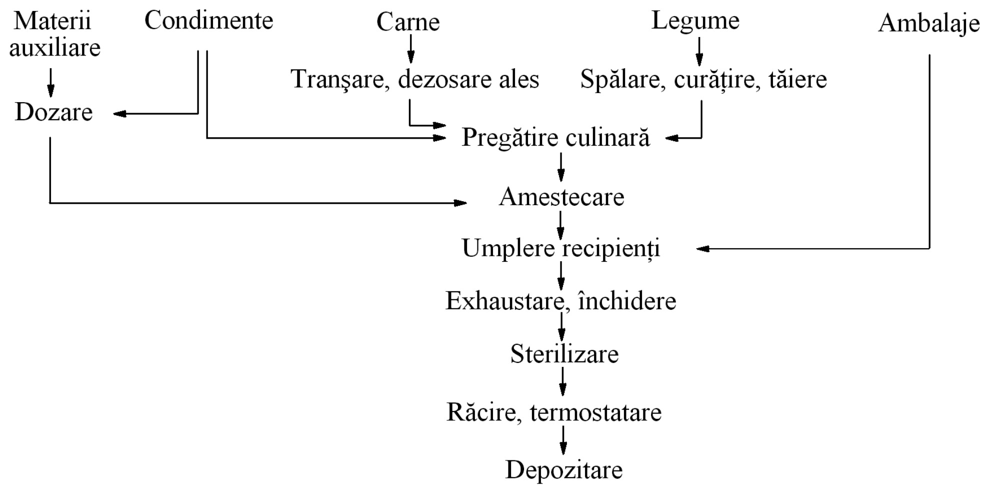


Fig. 3.10. Schema tehnologică de fabricare a conservelor din carne

Ca materii prime la fabricarea conservelor se folosesc carnea diferitelor specii de animale, organele, produsele secundare rezultate la tăiere şi diverse vegetale. Din categoria materialelor auxiliare pot fi menţionate: untura de porc, uleiuri vegetale comestibile, pasta de tomate, orezul, ceapa, usturoiul, fasole boabe şi păstăi, mazăre boabe, oţet, sare, zahăr, azotiţi, condimente, etc.

Carnea destinată fabricării conservelor se tranşează, se dezosează şi se alege pe sorturi. În funcţie de tipul conservei, carnea se taie în bucăţi sau se mărunţeşte la volf, prelucrarea iniţială putând include şi malaxarea acesteia cu amestecul de sărare şi condimente. O prelucrare iniţială specifică necesită organele şi părţile anatomice folosite ca materii prime.

Legumele sănătoase şi întregi se sortează, se spală cu apă rece, se curăţă prin îndepărtarea unui strat cât mai subţire (pentru reducerea pierderilor de vitamine), se lasă întregi sau se taie în diverse forme geometrice.

În acelaşi timp se pregătesc şi materiile auxiliare prin formarea amestecului de sărare, curăţirea, măcinarea şi amestecarea condimentelor, îndepărtarea corpurilor străine din restul materialelor.

Pentru a îmbunătăţi aspectul şi gustul produsului finit, materiile prime sunt supuse unor tratamente culinare precum amestecarea cu condimente, saramurare, blanşare, fierbere, prăjire, frigere, coacere, în funcţie de sortimentul fabricat.

Obţinerea unor rezultate corespunzătoare necesită respectarea strictă a instrucţiunilor tehnologice de fabricaţie, care conţin elementele de bază privind modul de realizare a pregătirii culinare.

Umplerea se poate realiza manual sau cu maşini dozatoare, în funcţie de produsul fabricat, folosind pentru aceasta cutii metalice sau borcane de diverse capacităţi.

Calitatea unui produs este influenţată de modul de umplere sub aspectul conţinutului şi prin asigurarea condiţiilor optime pentru o sterilizare eficientă. În acest caz reţetele de fabricaţie oferă indicaţii asupra raportului ce trebuie să existe între partea lichidă şi cea solidă, precum şi a felului cum trebuie aşezate bucăţile de carne în recipient.

Exhaustarea are rolul de a elimina aerul din recipient, întrucât prezenţa sa măreşte viteza de coroziune la cutiile din tablă, produce scăderea valorii nutritive a produsului prin

oxidarea lipidelor şi vitaminelor, contribuie la dezvoltarea unor microorganisme aerobe, îngreunează sterilizarea.

Închiderea recipienţilor se face în funcţie de natura acestora în două moduri: prin fălţuire la cutii metalice şi prin presarea capacului la borcane.

Sterilizarea se execută în autoclave, operaţia cuprinzând faza de încălzire la temperatura de 110-125 ^{0}C, faza de menţinere sau sterilizare propriu-zisă şi faza de răcire la cca 20 ^{0}C. Pentru a putea controla efectul sterilizării, recipientele se termostatează timp de 7-10 zile la 37 ^{0}C, perioadă de timp în care microorganismele pot realiza o dezvoltare intensă, iar prin gazele degajate în interior produc bombarea cutiilor sau capacelor.

Conservele sterilizate se păstrează în încăperi curate, lipsite de mirosuri, cu umiditate relativă a aerului de 75 % şi temperaturi scăzute, sub 20 ^{0}C dar mai mari de 0^{0}C.

Tehnologia de fabricare a semiconservelor din carne. Semiconservele sunt produse din carne supuse în prealabil unei conservări prin sărare, fierbere sau afumare, ambalate în cutii etanşe şi tratate termic la temperaturi sub 100 ^{0}C (pasteurizare), motiv pentru care au un grad de conservare limitat (6-10 luni la temperatura de 2-4 ^{0}C).

În această categorie intră un sortiment variat de produse, care poate fi grupat astfel: semiconserve de şuncă (pulpă, spată, cotlet), semiconserve din piept de porc (bacon), semiconserve din carne tocată (chopped pork, roll pork, chopped ham, roll ham, luncheon meat), semiconserve de crenvurşti.

Fabricarea semiconservelor de şuncă. Din această categorie fac parte semiconservele preparate din pulpă, spată şi cotlet, după schema tehnologică din figura 3.11.

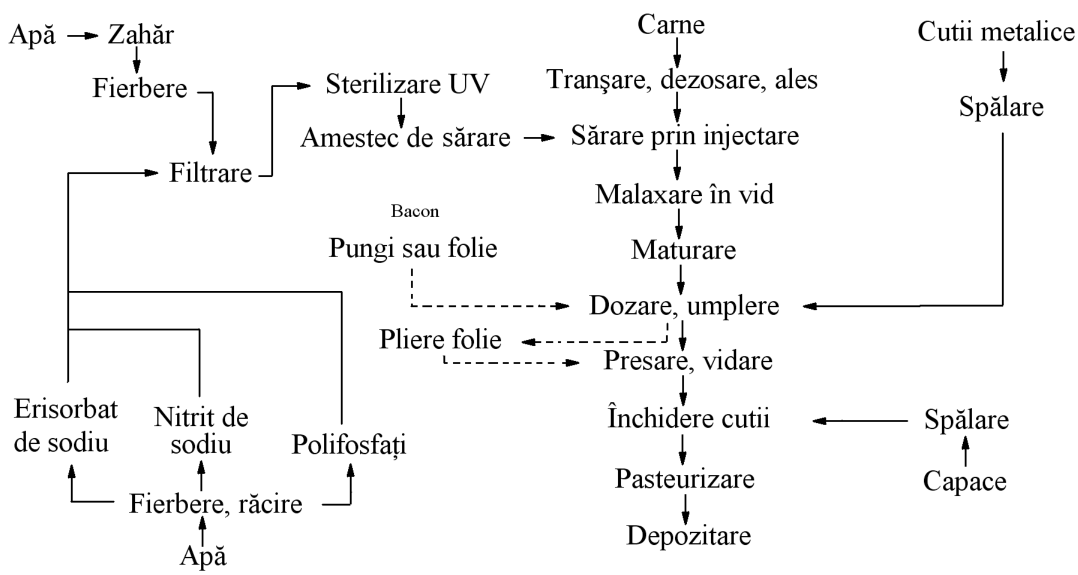


Fig. 3.11. Schema tehnologică de fabricare a semiconservelor de şuncă

Materia primă provine de la porci din rasele de carne şi metişii lor, cu greutatea de 100-110 kg, fără boli infecto-contagioase şi de mânzat.

Tranşarea cărnii se face în încăperi termostatate la 10 ^{0}C, cu unelte şi utilaje dezinfectate. Carnea se taie pe părţi anatomice începând cu pieptul, continuând cu spata, cotletul şi terminând cu pulpa cu os, pentru fiecare din acestea urmând a se executa

dezosarea şi alesul după culoare (nuanţă). Pe măsura alegerii şi sortării, carnea este introdusă în camere frigorifice la 2-4 ^{0}C, până la utilizarea ei în procesul de fabricaţie.

Sărarea constituie una din cele mai importante operaţii şi se realizează prin metoda uscată, umedă, mixtă sau prin injectare. Pentru aceasta se prepară un amestec de sărare sau saramură în care se adaugă polifosfaţi, erisorbat de sodiu, ascorbat de sodiu, nitrit de sodiu, în proporţii specifice fiecărui tip de produs.

Sărarea prin injectare în masa muşchiului se realizează pe maşini de injectat cu ace, această metodă permiţând o reducere de cca 3 ori a duratei de sărare, comparativ cu celelalte metode.

Cunoscută şi sub denumirea de masare, malaxarea sub vid a cărnii injectate are ca efect migrarea sării în masa de carne şi formarea exudatului proteic la suprafaţa cărnii, prin care se obţine legarea bucăţilor de carne în timpul tratamentului termic. Malaxarea este urmată de o maturare în camere la temperatura de 4-6 ^{0}C, timp în care se realizează înroşirea cărnii şi îmbunătăţirea caracteristicilor organoleptice. Sucul eliberat de carne va fi resorbit printr-o nouă malaxare, perioadă în care prin osmoză se realizează şi o egalizare a sării în masa musculară.

În practică se folosesc două variante de malaxare şi maturare ce diferă între ele prin tipul malaxorului utilizat (tip KS sau betonieră, respectiv cu program).

Umplerea cutiilor se desfăşoară în încăperi cu temperatura de 10 ^{0}C şi utilaje dezinfectate. Bucăţile de carne se aşează în forme de oţel inoxidabil, cu fibrele dispuse după axul longitudinal al formei, fiind în aşa fel suprapuse încât să nu existe goluri între ele.

Forma cu carne astfel obţinută se răstoarnă într-o presă cu vid, fără a se afecta aranjarea iniţială a bucăţilor de carne. Presa execută comprimarea şi modelarea bucăţilor de carne, eliminarea gazelor şi transferul cărnii presate, sub presiune, în cutia metalică peste care s-a tras o pungă din material plastic cu acelaşi format.

Înainte de umplere, cutiile metalice se spală la interior cu apă rece, apoi cu apă caldă la 83 ^{0}C şi se scurg, transportul lor fiind executat cu gura în jos.

Cutiile se închid pe maşini speciale la un vid cuprins între 680-700 mm col. Hg, în funcţie de capacitatea lor, după care se aşează cu capacul în jos spre a se putea verifica etanşeitatea acestora. Pentru a evita pătarea tablei, cutiile etanşe se ung la suprafaţă cu un ulei special, după care sunt trimise la pasteurizare.

Pasteurizarea asigură semiconservelor distrugerea formelor vegetative ale microflorei, stabilitatea culorii, frăgezimea necesară cărnii şi păstrarea valorii nutritive. Regimul termic trebuie astfel ales încât în centrul cutiei să fie menţinută timp de 10 minute temperatura de 70 ^{0}C.

Răcirea conservelor după pasteurizare urmăreşte scăderea temperaturii în centrul termic al produsului sub 30 ^{0}C, operaţia realizându-se fie direct în autoclave, fie în celule folosind duşuri cu apă.

Fabricarea semiconservelor din carne tocată. Din această categorie se fabrică sortimentele de tipul chopped pork şi roll pork , după schema tehnologică din figura 3.12.

La fabricarea acestor produse se foloseşte carnea de porc rezultată din alesul şi fasonarea tuturor părţilor anatomice, din care se îndepărtează excesul de grăsime şi flaxurile. Pentru obţinerea bradtului se foloseşte carne sărată şi maturată, tocată la volf şi mărunţită la cuter, fază în care se adaugă condimente şi apă răcită sau fulgi de gheaţă.

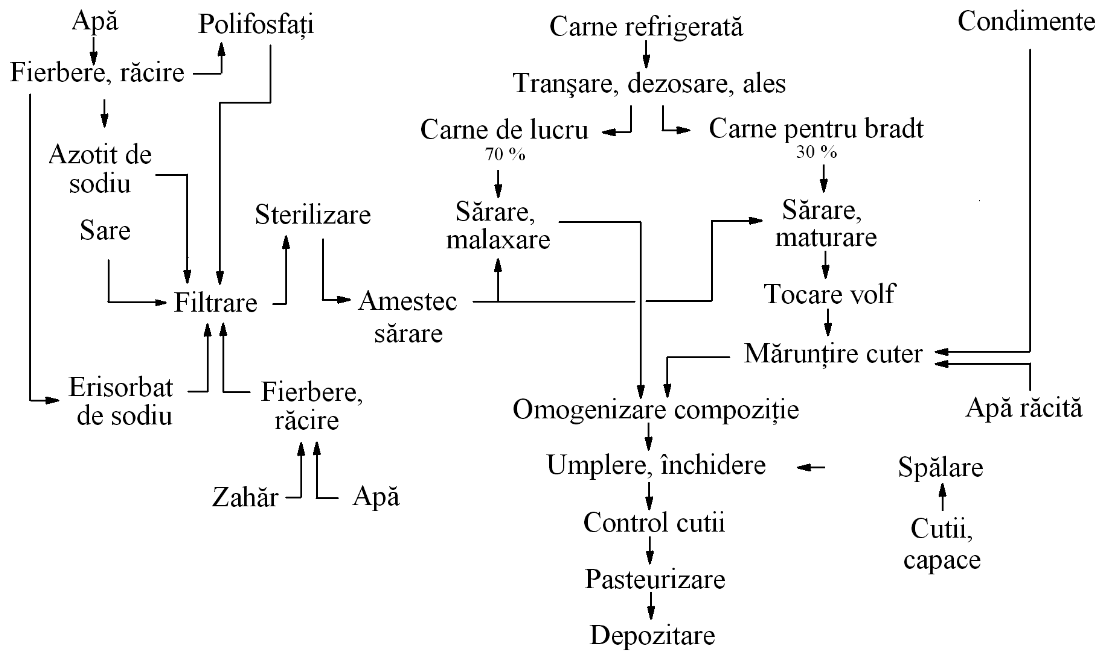


Fig. 3.12. Schema tehnologică de fabricare a semiconservelor tip chopped pork şi roll pork

Bucăţile de carne maturare şi bradtul se amestecă într-un malaxor cu vid timp de 10 minute, compoziţia omogenă astfel obţinută fiind trecută apoi la şpriţurile de umplere sub vid. Închiderea cutiilor se execută sub vacuum pentru a evita golurile de aer din compoziţie şi este urmată de un control al etanşeităţii lor.

Pasteurizarea semiconservelor se face după un regim termic specific fiecărui sortiment fabricat, cu asigurarea unei temperaturi în centrul termic de 70 ^{0}C. Cutiile pasteurizate sunt răcite, unse cu ulei special şi depozitate în încăperi cu temperatura de 0-4 ^{0}C.

Fabricarea semiconservelor din crenvurşti. Crenvurştii se pot conserva mai bine în cutii închise ermetic supuse pasteurizării, sub formă de crenvurşti în saramură, crenvurşti vienezi, frankfurteri la cutie, etc.

Crenvurştii se prepară din 40-70 % bradt tare de vită maturat, 20-30 % slănină tare conservată şi tocată, 10-30 % carne de porc tocată. În faza de cuterizare se adaugă apă şi condimente până se obţine o pastă consistentă. Umplerea se face în maţe subţiri de oaie, după care crenvurştii sunt supuşi unei afumări la cald (cu fum la 40-70 ^{0}C).

După afumare crenvurştii se şterg şi se introduc în cutii, peste ei fiind turnată saramură. Cutiile închise se pasteurizează la 75-95 ^{0}C, în funcţie de sortimentul fabricat.

Tehnologia laptelui de consum. De regulă, procesul tehnologic de fabricare a laptelui de consum începe imediat după muls, când acesta este supus unor operaţii de condiţionare, urmate de prelucrarea propriu-zisă.

Păstrarea calităţii iniţiale a laptelui este un lucru extrem de important deoarece prin compoziţia sa chimică, bacteriile din lapte nu pot asigura o distrugere a germenilor decât în primele două ore de după muls, temperatura fiind principalul factor ce determină creşterea rapidă a microorganismelor din lapte. Modul de dezvoltare a acestora este prezentat în figura 3.13. Limitarea numărului de germeni din lapte depinde de încărcătura iniţială (sănătatea animalului, condiţiile igienice de muls, modul de manipulare şi

transport), respectiv de temperatura laptelui (laptele după muls trebuie răcit până la 4-6 ^{0}C).

Laptele ca materie primă pentru industrializare este produs atât de fermele zootehnice specializate, cât şi de producători individuali. Dacă în primul caz fermele sunt prevăzute cu un punct de colectare şi condiţionare a laptelui, în cel de-al doilea caz laptele colectat de la animale trebuie supus unei condiţionări primare, prin care se asigură menţinerea calităţii iniţiale, condiţie obligatorie în vederea obţinerii unor produse lactate de calitate.

Condiţionarea laptelui se referă la acele operaţii necesare a fi aplicate din momentul mulsului şi până la prelucrare, aici fiind incluse filtrarea, răcirea, păstrarea la temperaturi scăzute şi transportul în vase izoterme. Aceste operaţii sunt eliminate parţial în cazul în care producătorul de lapte face şi prelucrarea industrială.

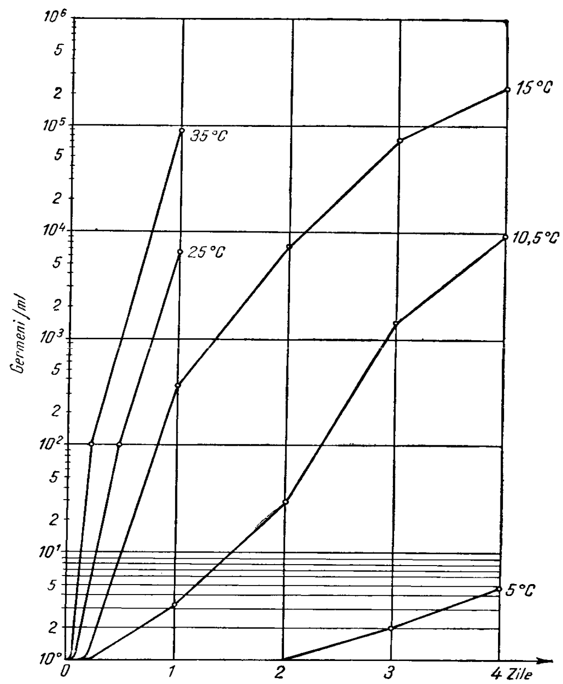


Fig. 3.13. Variaţia numărului de germeni în laptele crud în funcţie de temperatură

Filtrarea laptelui sau strecurarea, este necesară întrucât în funcţie de condiţiile de igienă în care se realizează mulsul, pot pătrunde impurităţi în laptele proaspăt (păr, praf, resturi de furaje), care conţin microorganisme ce duc la infectarea şi alterarea sa. Strecurătorile folosite în mod uzual la filtrarea laptelui sunt site metalice cu 3-4 straturi de tifon, rondele de vată sau materiale filtrante.

Deoarece temperatura laptelui are la mulgere valori cuprinse între 32-35 ^{0}C, compoziţia sa chimică constituie un mediu extrem de favorabil dezvoltării microorganismelor. În atare condiţii lactoza este transformată de bacteriile lactice în acid lactic, provocând acidifierea sau acrirea laptelui, caz în care acesta nu mai poate fi prelucrat ulterior. Răcirea imediată după muls are ca scop oprirea dezvoltării microorganismelor până la anumite limite considerate acceptabile.

Sistemele de răcire a laptelui sunt instalaţii ce folosesc ca agent termic apa rece, apa cu gheaţă sau agenţi frigorifici şi care pot fi:

- bazine pentru răcirea bidoanelor: se folosesc la răcirea laptelui colectat la bidon cu apă rece sau cu gheaţă, fiind o metodă greoaie şi cu volum mare de lucru;
- vane de răcire: sunt vase prevăzute cu serpentine de răcire sau perete dublu prin care circulă agentul frigorific precum apă răcită ori saramură, respectiv sisteme de agitare pentru reducerea timpului de răcire;
- schimbătoare de căldură: permit răcirea foarte rapidă a laptelui, schimbul de căldură fiind realizat prin intermediul unor agenţi de răcire, care circulă de obicei în contracurent cu laptele; din punct de vedere constructiv sunt de tipul răcitoare plane tubulare, răcitoare tubulare şi răcitoare cu plăci.

În anumite situaţii este necesar ca laptele să fie păstrat un timp, până când acesta este preluat şi trimis la prelucrare. Păstrarea trebuie făcută în vase de tip bidoane sau tancuri izoterme la temperatură scăzută, optim între 4-6 ^{0}C, în cazul tancurilor capacitatea de stocare fiind mult mai mare, iar transportul se poate realiza cu ajutorul pompelor.

Transportul laptelui de la producător la centrele de colectare sau mai departe la unităţile prelucrătoare se realizează folosind bidoane (tot mai rar) sau cisterne de diverse capacităţi. Autocisternele sunt cel mai răspândit sistem de transport a laptelui, ele fiind prevăzute cu agregate frigorifice şi compartimente izoterme, capete de evacuare şi pompare la încărcare-descărcare, sisteme de măsurare, de recoltare şi analiză rapidă a caracteristicilor fizico-chimice ale laptelui.

Laptele este prelucrat în instalaţii speciale, prin aceasta urmărindu-se limitarea dezvoltării sau distrugerea germenilor care pun în primejdie calitatea laptelui şi în final sănătatea consumatorului, mărind astfel conservabilitatea lui. Cel mai bun efect bactericid asupra laptelui în realizează căldura, dintre procedeele termice pasteurizarea fiind metoda cea mai utilizată în practică. Principalele operaţii din cadrul tehnologiei de prelucrare a laptelui de consum sunt prezentate în figura 3.14., iar în figura 3.15. este prezentată schema unei linii tehnologice de producere a laptelui de consum.

Recepţia laptelui este obligatorie atât cantitativ cât şi calitativ. Cantitativ recepţia se face prin măsurători volumetrice, procedeu care în unele cazuri pot da erori sau cu galactometrul, respectiv gravimetrice cu cântarul de lapte. Diferenţele ce apar între volumul şi masa laptelui se datorează faptului că masa specifică a sa este mai mare decât unitatea (minim 1,029).

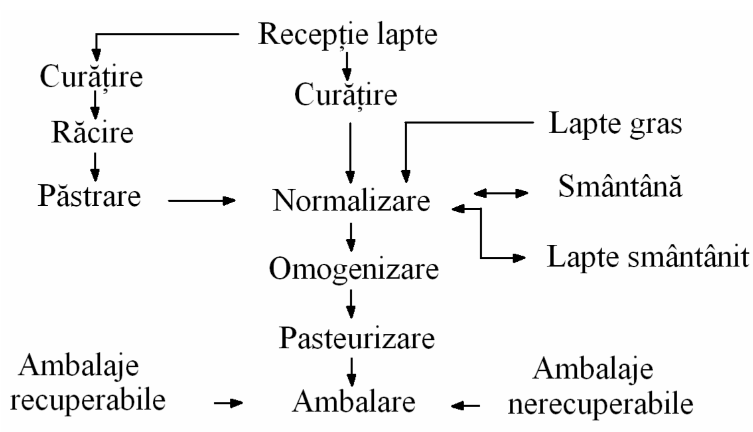


Fig. 3.14. Schema tehnologică de obţinere a laptelui de consum

Recepţia calitativă constă în examenul organoleptic (se observă culoarea, vâscozitatea, mirosul, gustul, eventualele impurităţi) şi analize de laborator (se determină densitatea, aciditatea, gradul de contaminate, conţinutul în grăsimi şi proteine), proprietăţile fizico-chimice ale laptelui trebuind să se încadreze în limitele admisibile impuse laptelui de consum.

Curăţirea laptelui are ca scop îndepărtarea impurităţilor mecanice. Operaţia se poate realiza cu ajutorul unor filtre speciale având ca material filtrant vată, ţesătură de nailon sau plasă metalică fină, rezultate bune fiind obţinute la curăţirea unor cantităţi mici de lapte, înlocuirea materialului filtrant fiind necesară destul de des.

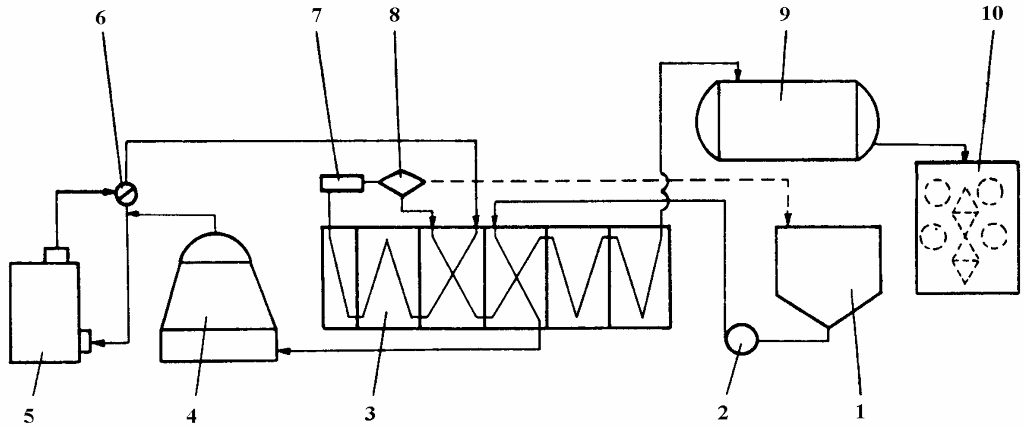


Fig. 3.15. Schema generală a unei linii tehnologice de prelucrare a laptelui de consum: 1- rezervor de lapte; 2- pompă; 3- pasteurizator; 4- curăţitor centrifugal; 5- omogenizator; 6- robinet cu trei căi; 7- termoregulator; 8- supapă de întoarcere; 9- tanc izoterm; 10- maşină de dozat şi ambalat.

Atunci când se prelucrează cantităţi mari de lapte, curăţirea este realizată cu filtre sub presiune, filtre coloidale sau curăţitoare centrifugale. Având o construcţie asemănătoare cu cea a separatoarelor, tobele curăţitoare centrifugale (fig. 3.16) realizează cea mai eficientă separare a impurităţilor din lapte. Fiind mai grele decât laptele, impurităţile sunt aruncate şi adunare la periferia tobei sub formă de nămol, a cărui compoziţie medie este următoarea: 73 % apă, 3 % grăsimi, 18 % proteine, 3 % cenuşă, restul fiind alte substanţe.

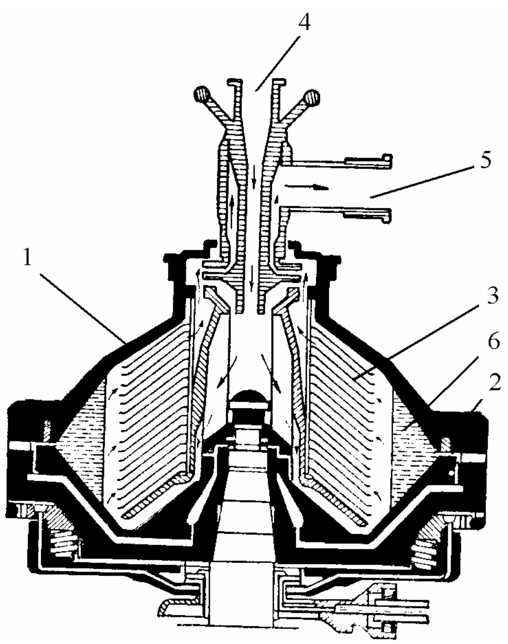


Fig. 3.16. Schema unei tobe separatoare centrifugale: 1- capac tobă; 2- corp tobă; 3- talere; 4- alimentare lapte brut; 5- evacuare lapte curăţat; 6- nămol.

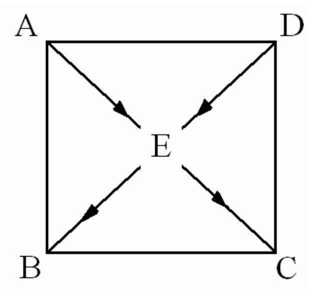
Nămolul rezultat la curăţirea laptelui conţine, pe lângă substanţe nutritive şi germeni dăunători sănătăţii, astfel că, datorită riscului infectării cu spori de bacterii, nămolul trebuie ars sau folosit ca şi îngrăşământ.

Laptele destinat consumului trebuie să aibă un anumit conţinut în grăsime, stabilit prin normele de calitate. Deoarece laptele muls are de regulă un conţinut de grăsime diferit de cel standardizat, se procedează la corectarea procentului de grăsime din laptele destinat consumului, operaţie numită normalizare sau standardizare astfel:

- prin smântânirea parţială sau amestecarea în diverse proporţii cu lapte smântânit, când laptele muls are un conţinut în grăsimi peste nivelul stabilit;
- prin amestecarea cu lapte gras sau foarte gras, uneori chiar cu smântână, când laptele muls are un conţinut de grăsime sub norma stabilită.

Normalizarea este necesar a fi efectuată înainte de aplicarea unor eventuale tratamente termice asupra laptelui.

Calculul operaţiei de normalizare se face cu regula amestecurilor (metoda pătratului lui Pearson), în tancuri cu capacitate mare sau pe baza unor relaţii de calcul, după prelevarea probelor şi analiza de laborator a acestora.



Calculul normalizării laptelui folosind metoda pătratului lui Pearson. Înscriind în centrul unui pătrat conţinutul în grăsime a laptelui ce trebuie obţinut (E), în colţul din stânga sus conţinutul în grăsime a laptelui integral (A) şi în colţul din stânga jos conţinutul în grăsime a laptelui smântânit (B), se poate scrie în colţul din dreapta sus numărul de părţi de lapte integral folosit la normalizare (D = E – B), iar în colţul din dreapta jos numărul de părţi de lapte smântânit folosit la normalizare (C = A – E).

Calculul normalizării pe baza de relaţii matematice se face în două situaţii:

- la normalizarea laptelui prin adaos de lapte smântânit cu ajutorul relaţiei:

$$L_i = \frac{L_n(G_n - G_s)}{G_i - G_s}, \text{ în litri} \qquad (3.11.)$$

în care L_i este cantitatea de lapte integral, L_n cantitatea de lapte normalizat, G_n, G_s şi G_i fiind conţinutul în grăsime a laptelui normalizat, smântânit şi integral.

- la normalizarea laptelui prin adaos de lapte sau smântână cu ajutorul relaţiei:

$$L_1 = \frac{L_2(G_n - G_2)}{G_g - G_2}, \text{ în litri} \qquad (3.12.)$$

unde L_1 este cantitatea de lapte ce trebuie scoasă şi înlocuită cu lapte gras sau smântână, L_2 cantitatea de lapte care se normalizează, G_2 şi G_g conţinutul în grăsime al laptelui ce se normalizează, respectiv al laptelui gras sau a smântânii.

Separarea grăsimii din lapte se realizează cu ajutorul separatoarelor centrifugale cu talere, în figura 3.17. fiind prezentată o secţiune printr-un astfel de separator. Laptele este introdus prin axul central tubular şi este dirijat spre talerele conice ale separatorului. Grăsimile din lapte, a căror masă specifică este mai mică, sunt trimise ascendent spre mijlocul tobei, prin orificiile practicate în talere. Laptele, a cărui masă specifică este mai mare decât a grăsimilor, urmează tot un drum ascendent, dar pe la periferia tobei. Prin amplasarea camerelor colectoare se evacuează separat smântâna şi laptele smântânit.

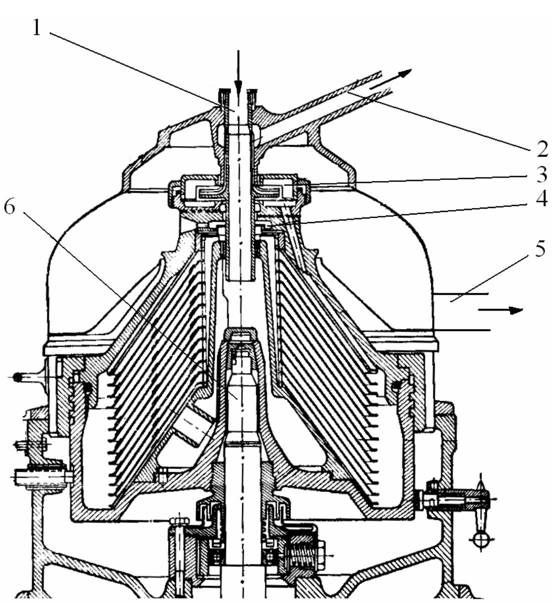


Fig. 3.17. Separator centrifugal, secţiune: 1- alimentare lapte integral; 2- evacuare lapte smântânit; 3- colector lapte smântânit; 4- colector smântână; 5- evacuare smântână; 6- ax antrenare tobă.

Procesul de separare a grăsimilor este mai eficient dacă laptele este încălzit iniţial la 40-45 ^{0}C, temperatură la care vâscozitatea grăsimii scade considerabil faţă de plasma din lapte.

Omogenizarea este o operaţie de stabilizare a emulsiei de grăsimi, evitând astfel separarea acesteia la suprafaţa laptelui în perioada depozitării. Prin omogenizare se urmăreşte creşterea gradului de dispersie a grăsimii prin micşorarea dimensiunii globulelor de grăsime.

Laptele fiind o emulsie, viteza de separare a globulelor de grăsime în câmp gravitaţional depinde de mărimea lor şi se poate determina cu legea lui Stokes:

$$V = \frac{2g}{9}\frac{r^2(\gamma_l - \gamma_g)}{\eta}, \text{ în m/s} \qquad (3.13)$$

în care *r* este raza globulei de grăsime, în m:

γ_l - greutatea specifică a plasmei laptelui, în N/m^3;

γ_g - greutatea specifică a globulei de grăsime, în N/m^3;

η - vâscozitatea dinamică a laptelui, în $kg \cdot s / m^2$.

Se poate constata că scăderea vitezei de separare se poate face prin reducerea razei globulelor de grăsime. Practic, după omogenizare diametrul acestora este cuprins între 0,1-1 µm faţă de 6-9 µm cât au globulele din lapte înainte de omogenizare, fapt ce determină o scădere a vitezei de separare de până la 144 de ori.

Procesul de omogenizare decurge în trei faze consecutive, într-un interval de timp relativ foarte scurt, respectiv alungirea globulelor de grăsime, scindarea şi legarea lor sub forma unor ciorchini sau lanţuri şi dispersia în lapte. Aceste faze se realizează ca urmare a procesului de laminare la care este supus laptele în momentul trecerii printr-o fantă.

Omogenizatoarele sunt aparate compuse dintr-o pompă ce refulează laptele printr-un cap de omogenizare (fig. 3.18.), scindarea globulelor de grăsime fiind realizată prin şoc mecanic. Temperatura optimă de realizare a procesului de omogenizare este de circa 60 ^{0}, din acest motiv omogenizatorul se intercalează pe circuitul de recuperare al pasteurizatorului.

Presiunea la care se realizează omogenizarea laptelui de consum este de 120-180 N/cm^2, iar pentru creşterea eficienţei şi reducerea tendinţei de aglomerare, se practică omogenizarea în două trepte (fig. 3.18.b): în prima treaptă are loc scindarea globulelor de grăsime la 180-200 N/cm^2, iar în treapta a doua la 30-50 N/cm^2, diferenţa dintre cele două presiuni determinând o puternică dispersie a globulelor.

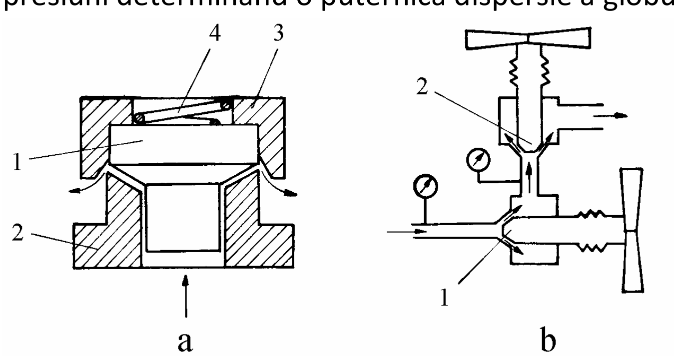


Fig. 3.18. Omogenizator mecanic sub presiune: a- cap de omogenizare: 1- supapă; 2- scaun; 3- inel deflector; b- omogenizator în două trepte: 1- omogenizare treapta I; 2- omogenizare treapta a II-a.

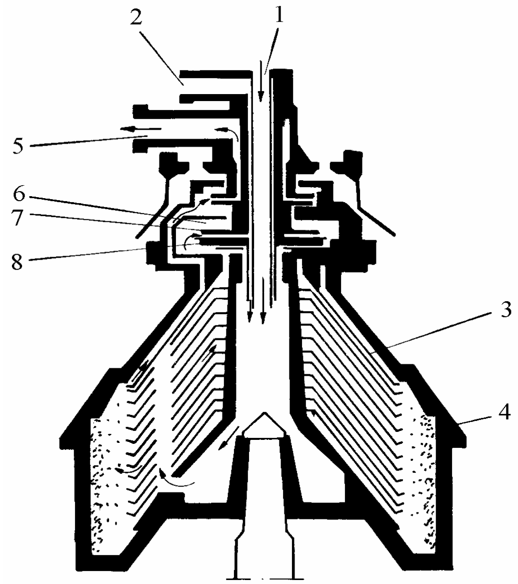


Fig. 3.19. Schema constructivă a clarifixatorului

O mai bună stabilizare a emulsiei se obţine cu ajutorul clarifixatoarelor care, din punct de vedere constructiv se aseamănă cu separatoarele centrifugale (fig. 3.19).

Laptele cald se introduce în aparat prin conducta de alimentare 1 şi distribuit pe pachetul de talere 3 prin intermediul forţei centrifuge. Globulele de grăsime se adună în colectorul de smântână 6, iar laptele smântânit poate fi evacuat prin conducta 2. Presiunea creată în colectorul de smântână, precum şi construcţia specială a discurilor 7 şi 8, determină o scindare puternică a globulelor de grăsime şi retrimiterea lor în tobă, amestecându-se cu laptele ce intră prin conducta 1. O parte din smântâna din colectorul 4 poate fi evacuată prin conducta 5, aparatul putând servi şi la smântânirea parţială a laptelui. Impurităţile pe care le conţine laptele sunt proiectate sub acţiunea forţei centrifuge şi se acumulează la periferia tobei 4, acumulându-se sub formă de sediment, clarifixatorul realizând astfel şi o curăţire a laptelui.

Pe lângă aceste aparate clasice au apărut şi alte instalaţii de omogenizare a laptelui, având la bază diverse principii.

Omogenizatoarele cu jet sunt realizate în două variante, a căror funcţionare se bazează pe următoarele principii:

● emulsionarea şi dispersarea unui lichid cald (grăsimea), trimis sub formă de jet pulverizat în faza de dispersie (laptele degresat) cu ajutorul unei duze;

● micşorarea dimensiunii globulelor de grăsime şi dispersarea lor într-un curent de lichid, ca rezultat al modificării vitezelor pulsaţiilor turbulente, vârtejurilor şi efectului de cavitaţie.

Omogenizatoarele adiabatice formează emulsia ca rezultat al instabilităţii ce se produce în lichidul care conţine componentele ce alcătuiesc cele două faze. Astfel, dacă într-o cameră de vid (fig. 3.20.) este trimis amestecul de emulsionat, la care faza apoasă are temperatura peste cea de saturaţie corespunzătoare presiunii din cameră, aici au loc o serie de procese precum pulverizarea amestecului, detenta lichidului, formarea de bule de vapori de apă ca urmare a detentei, formarea de unde de şoc, toate determinând micşorarea globulelor de grăsime şi dispersarea lor în faza apoasă.

Omogenizatoarele ultrasonice obţin emulsiile cu ajutorul ultrasunetelor, lichidul fiind supus unor tensiuni şi compresiuni, cele mai utilizate generatoare de ultrasunete fiind cele de tipul mecanic.

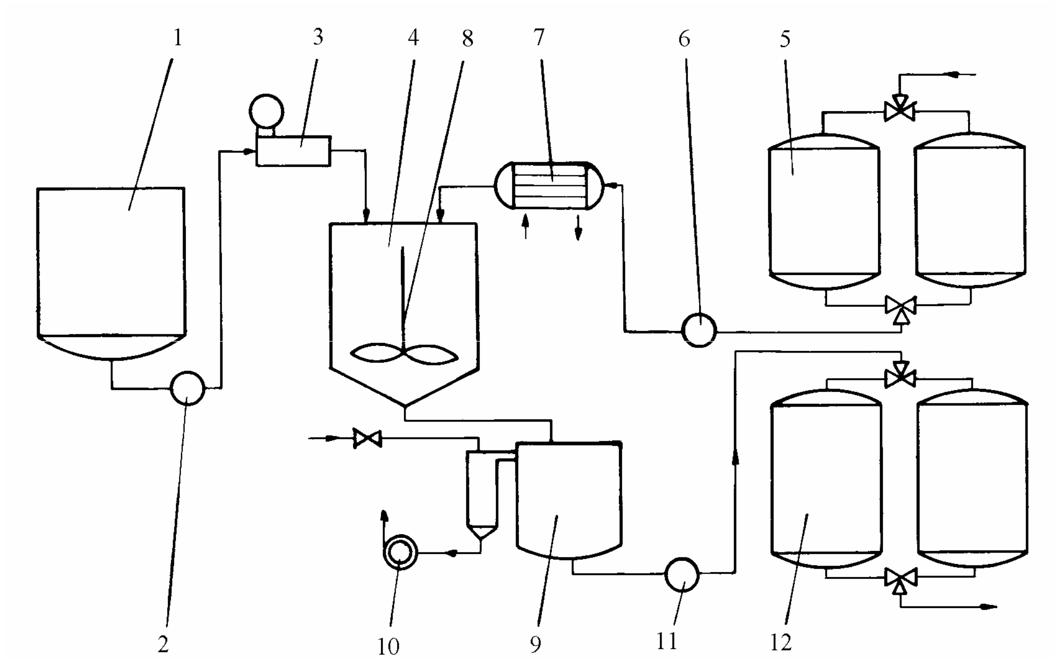


Fig. 3.20. Schema instalaţiei de omogenizare a laptelui sub vid: 1- rezervor grăsimi; 2,6,11- pompe; 3- cântar; 4- vas amestecare; 5- rezervoare cu lapte degresat; 7- preîncălzitor; 8- agitator; 9- camera de vid (omogenizatorul); 10- pompă de vid cu inel de apă; 12- rezervoare pentru lapte omogenizat.

Laptele crud conţine un număr mare de microorganisme şi care se înmulţesc rapid, determinând atât o scădere a proprietăţilor fizico-chimice, cât şi a valorii nutritive, consumul ca atare fiind o sursă importantă de infectare.

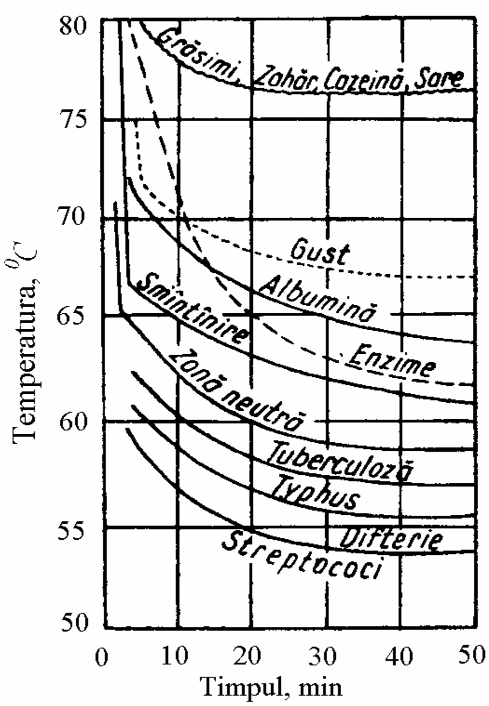


Fig. 3.21. Efectul pasteurizării asupra componenţilor laptelui

Prin pasteurizare se aplică laptelui un tratament termic, în condiţii determinate, prin care se asigură distrugerea florei banale şi a celei patogene, fără a afecta sensibil structura fizică, chimică şi biologică a acestuia. Influenţa temperaturii şi duratei acţiunii termice asupra componentelor laptelui sunt prezentate în figura 3.21.

Pasteurizarea trebuie să asigure distrugerea bacilului tuberculozei şi a întregii flore în proporţie de 99,9 %, pentru ca laptele să corespundă normelor igienico-sanitare. Rezistenţa germenilor patogeni variază în limite restrânse de temperatură (60-80 ^{0}C), astfel că luând ca etalon bacilul tuberculozei (se distruge în 105-150 secunde la 62 ^{0}C şi în 2-3 secunde la 80 ^{0}C), prin distrugerea lui sunt distruse şi bacteriile patogene şi viruşii, singurul pericol rămânând toxinele de stafilococi termorezistente.

Regimul termic depinde de încărcătura microbiană a laptelui supus pasteurizării.

Dacă recoltarea şi transportul laptelui a fost realizat în condiţii igienice, prin distrugerea bacilului tuberculozei se asigură un număr de germeni sub valorile admise, iar când încărcătura microbiană este ridicată, pentru creşterea eficienţei pasteurizării se creşte temperatura şi durata de menţinere, separat sau concomitent.

Pasteurizarea determină o modificare a structurii componentelor chimice ale laptelui, într-o măsură mai mare sau mai mică, în raport cu temperatura şi durata de menţinere:

► sub acţiunea căldurii se denaturează partea proteică din globulele de grăsime, substanţa grasă se topeşte îngreunând separarea stratului de grăsime de la suprafaţă;

► prin încălzirea peste 60 ^{0}C proteinele solubile sunt denaturate ireversibil, cele mai afectate fiind, în ordine, globulinele cu rol de imunizare, β-globulinele şi α-globulinele;

► se denaturează aminoacizii cu sulf cu formarea de hidrogen sulfurat şi se formează substanţe care modifică potenţialul oxido-reducător al laptelui;

► cazeina, aflată sub forma fosfocazeinatului de calciu, îşi modifică echilibrul la temperaturi ce depăşesc 75-80 ^{0}C, fapt ce determină dificultăţi în procesul de coagulare;

► lactoza se descompune la temperaturi mai mari de 100 ^{0}C în acizi organici, alcooli şi aldehide;

► se modifică echilibrul mineral atât datorită căldurii, cât şi prin eliminarea bioxidului de carbon, fosfaţii de calciu solubili trec în fosfat tricalcic insolubil care precipită, iar la temperaturi peste 100 ^{0}C precipită şi citraţii de calciu şi magneziu;

► vitaminele sunt distruse parţial mai ales în prezenţa oxigenului la 80 ^{0}C (A, B_1, B_{12}, C), în lipsa aerului temperatura putând urca la 100-110 ^{0}C, conţinutul în vitamine fiind aproximativ acelaşi cu a laptelui iniţial.

În practică se folosesc mai multe metode de pasteurizare a laptelui, fiecare dintre acestea cu avantajele şi dezavantajele sale, temperatura şi durata de menţinere fiind mărimile variabile asupra cărora se exercită un atent control:

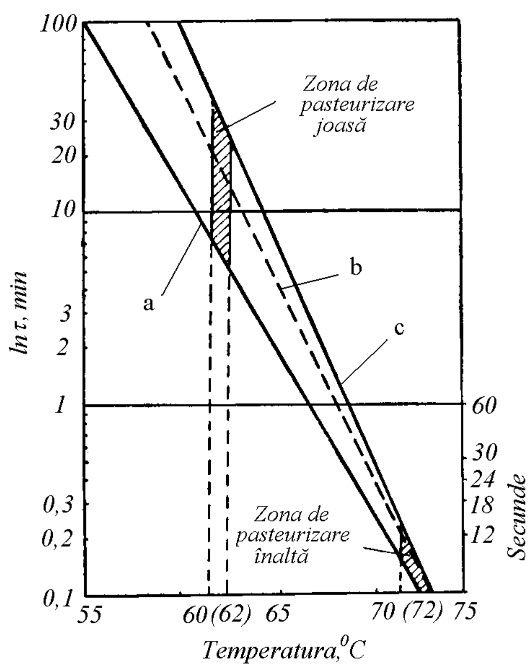


Fig. 3.22. Diagrama de pasteurizare

● pasteurizare joasă sau de durată: constă în încălzirea laptelui la 63-65 ^{0}C cu menţinere timp de 30 minute la această temperatură; nu modifică semnificativ structura chimică şi se recomandă a fi aplicată la tratarea laptelui folosit ca materie primă la fabricarea brânzeturilor;

● pasteurizarea înaltă: constă în încălzirea laptelui la 72-75 ^{0}C şi menţinerea timp de 15 secunde; se produce o descompunere a sărurilor de calciu şi fosfor, având ca efect reducerea capacităţii laptelui de a coagula şi se inactivează enzimele; metoda este recomandată la tratarea laptelui de consum;

● pasteurizarea instantanee sau tip flash: constă în încălzirea rapidă a laptelui la

temperaturi de peste 75-80 ^{0}C, urmată de o răcire bruscă; metoda se recomandă la tratarea laptelui de calitate scăzută.

Combinaţiile de perechi temperatură-timp-menţinere pot fi în număr infinit, relaţia $\ln \tau = \alpha - \beta T$ ce defineşte condiţia minimă pentru distrugerea bacilului tuberculozei este reprezentată de dreapta *a* (fig. 3.22.). Orice altă combinaţie care se situează deasupra acestei drepte va corespunde cerinţei sub aspect bactericid. Dreapta notată cu *c* reprezintă nivelul de la care, dacă este depăşit, încep modificările proprietăţilor iniţiale ale laptelui şi care pe lângă efectul bactericid determină şi modificări ireversibile ale compoziţiei laptelui. În intervalul dintre cele două drepte se pot obţine combinaţii temperatură-timp-menţinere care se încadrează în limitele de calitate impuse operaţiei. Regimul optim pentru pasteurizarea laptelui corespunde unor combinaţii definite de către dreapta *b*.

Pasteurizatoarele cu plăci sunt utilizate aproape în exclusivitate întrucât sunt simple constructiv, lucrează în flux continuu şi cu debite mari, realizează un proces de lucru închis cu consumuri energetice reduse şi permit automatizarea completă a operaţiei. În figura 3.23 este prezentat principiul de funcţionare al pasteurizatorului pentru lapte, iar în figura 3.24 schema unei instalaţii de pasteurizare a laptelui model PDN 1010.

Laptele din rezervorul 1 (fig. 3.23.) este trimis de pompa 2 în zona III a pasteurizatorului unde circulă în contracurent cu laptele cald de la pasteurizare, încălzindu-se. De aici trece în zona IV unde se încălzeşte în continuare, iar cu ajutorul apei calde până la temperatura optimă omogenizării. Trece în rezervorul tampon izoterm 4 şi cu ajutorul pompei 5 în omogenizatorul 6, unde are loc spargerea globulelor de grăsime. De aici laptele intră în zona V, unde preia căldura de la laptele pasteurizat încălzindu-se, ajungând

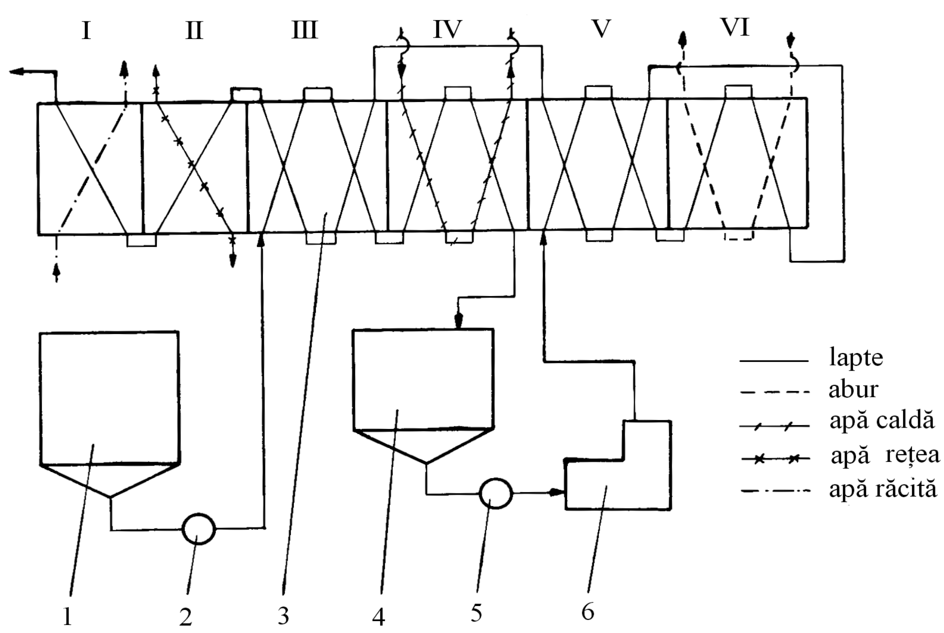


Fig 3.23. Modul de funcţionare al pasteurizatorului cu plăci

la temperatura de pasteurizare în zona VI prin încălzirea cu abur. La această temperatură laptele iese din pasteurizator şi este menţinut timpul necesar realizării efectului bactericid (în zona de menţinere), după care revine în zona V şi mai departe în zona III unde cedează în continuare căldură laptelui ce intră în pasteurizator. Laptele urmează traseul prin zona II, unde este răcit cu apă de la reţea şi prin zona I, unde este răcit cu apă răcită la 2-4 ^{0}C,

temperatură la care este stocat în vase izoterme sau este trecut direct la maşinile speciale de dozat şi ambalat.

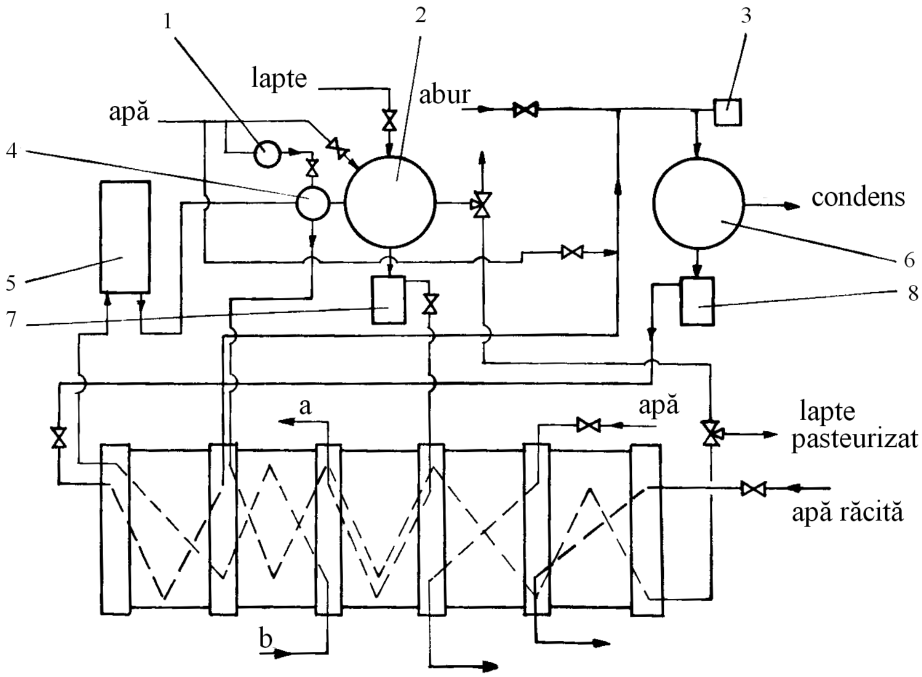


Fig. 3.24. Schema de funcţionare a pasteurizatorului PDN 1010: a- spre separatorul centrifugal; b- de la separatorul centrifugal; 1- pompă apă; 2- rezervor alimentare; 3- ventil reglare temperatură; 4- ventil de recirculare; 5- schimbător de căldură (zona de menţinere); 6- boiler apă caldă; 7- agregat pompare lapte; 8- agregat pompare apă caldă.

Prin realizarea acestui traseu tehnologic se reduce sensibil consumul de energie termică, viteza de deplasare a laptelui fiind cea corespunzătoare regimului temperatură-timp menţinere stabilit.

Un procedeu de igienizare a laptelui constă în asocierea pasteurizării cu o separare a microorganismelor din lapte, prin intermediul unor separatoare centrifugale de construcţie specială (au turaţia de lucru cuprinsă între 15000-30000 rot/min).

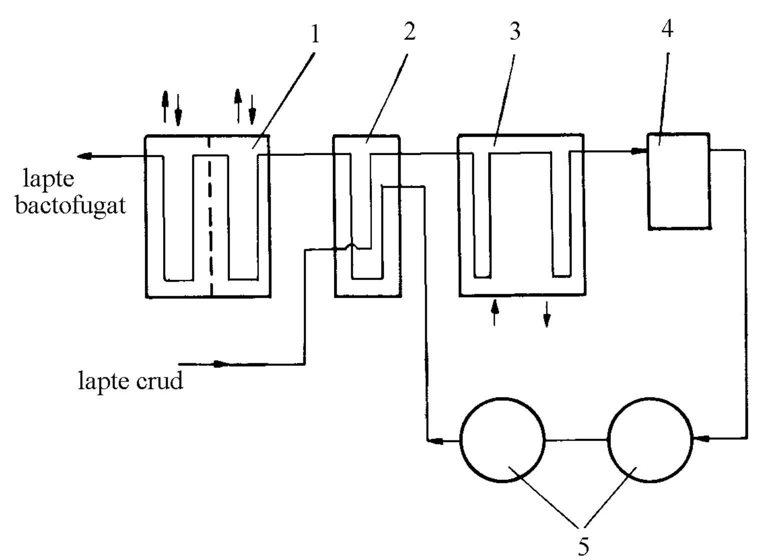


Fig. 3.25. Schema unei instalaţii de bactofugare: 1- zonă răcire; 2- recuperator de căldură; 3- zonă încălzire; 4- omogenizator; 5- supercentrifuge

De regulă, instalaţiile de acest tip au prevăzute un pasteurizator cu plăci şi două supercentrifuge legate în serie (fig. 3.25).

Prin efectul bactericid al pasteurizatorului se distrug microorganismele, iar pe baza diferenţei de masă dintre celulele microbiene şi cele din lapte, este asigurată prin supercentrifugare (operaţie se mai numeşte bactofugare) eliminarea aproape integrală a lor din lapte.

Pentru a încetini dezvoltarea şi înmulţirea restului de microorganisme rămase în lapte după pasteurizare (mai ales formele sporulate) sau a celor ce pătrund după ieşirea din pasteurizator, este necesară răcirea laptelui la temperatura de 2-4 ^{0}C. De cele mai multe ori această operaţie se execută în zona de răcire a pasteurizatorului.

Deoarece prin pasteurizare nu se pot distruge microorganismele termorezistente şi formele sporulate, durata de păstrare a laptelui este limitată, microflora rămasă determinând modificări importante ale compoziţiei laptelui chiar şi la temperaturi scăzute.

Dintre aceste microorganisme, Bacillus stearo-termophylus este cel mai rezistent la temperatură, modul de variaţie al concentraţiei sporilor în timp pentru diverse temperaturi fiind prezentat în figura 3.26.

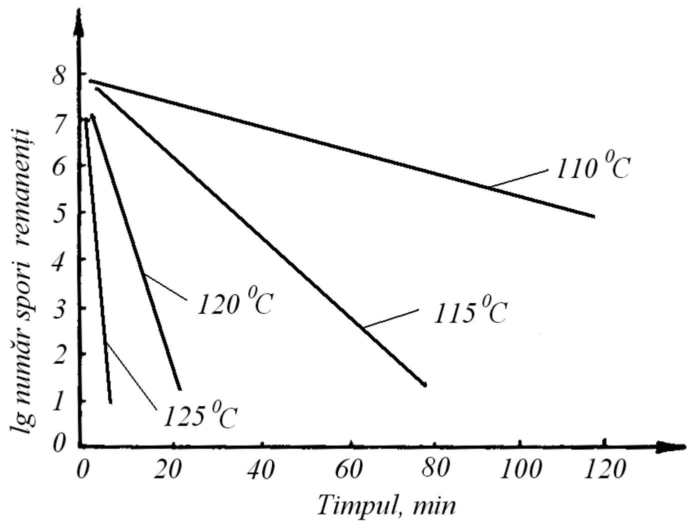


Fig. 3.26. Scăderea numărului de spori de bacillus stearotermophylus cu temperatura

Se poate constata că scăderea numărului de spori se face la temperaturi peste punctul de fierbere la presiune normală, iar viteza de distrugere a sporilor creşte rapid cu temperatura.

La stabilirea regimului optim pentru sterilizare trebuie cunoscute şi efectele temperaturilor ridicare asupra proprietăţilor fizico-chimice ale laptelui, modificările de structură şi compoziţie ale acestuia. O reacţie care este importantă, din punct de vedere al proprietăţilor organoleptice, este cea dintre lactoză şi proteine şi care duce la apariţia unei culori brune (proces de brunificare). Încercările şi studiile făcute pe instalaţiile de sterilizare au permis trasarea unor diagrame de sterilizare, una dintre acestea fiind cea din figura 3.27.

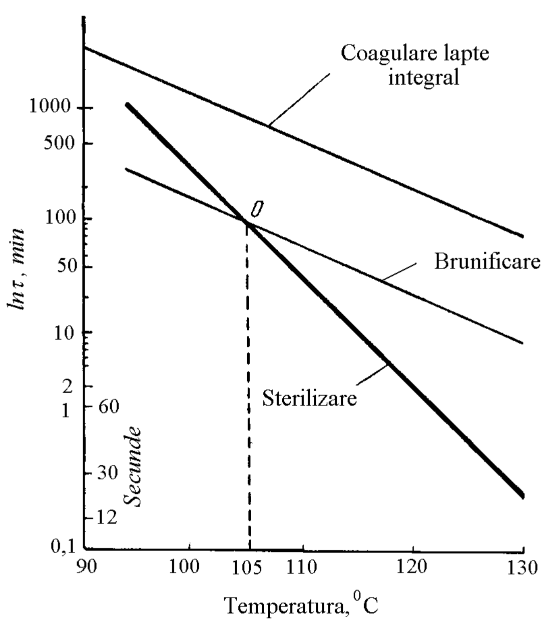


Fig. 3.27. Diagrama de sterilizare Webb-Holm

Curba *Brunificare* reprezintă acea limită peste care, odată depăşită apar modificări sub aspectul compoziţiei laptelui. Intersecţia curbei *Sterilizare* cu cea de *Brunificare* se produce în punctul *0* şi se poate constata că, cu cât regimul termic este mai la stânga viteza de distrugere a sporilor este tot mai mică şi posibilitatea apariţiei modificărilor structurale în lapte tot mai mare. Pe măsură ce regimul termic este mai ridicat şi viteza de distrugere a sporilor creşte, iar posibilitatea de a produce modificări ale compoziţiei laptelui sunt minime. Acesta este şi principiul ce stă la baza sterilizării laptelui la temperaturi ridicate, numit UHT (Ultra High Temperature).

Regimul de lucru UHT este caracterizat prin încălzirea rapidă a laptelui la temperaturi de 145-150 ^{0}C, timp de câteva secunde până la mai puţin de o secundă, urmată de o răcire rapidă la temperatura de 2-4 ^{0}C, laptele fiind trecut la ambalare în instalaţii septice.

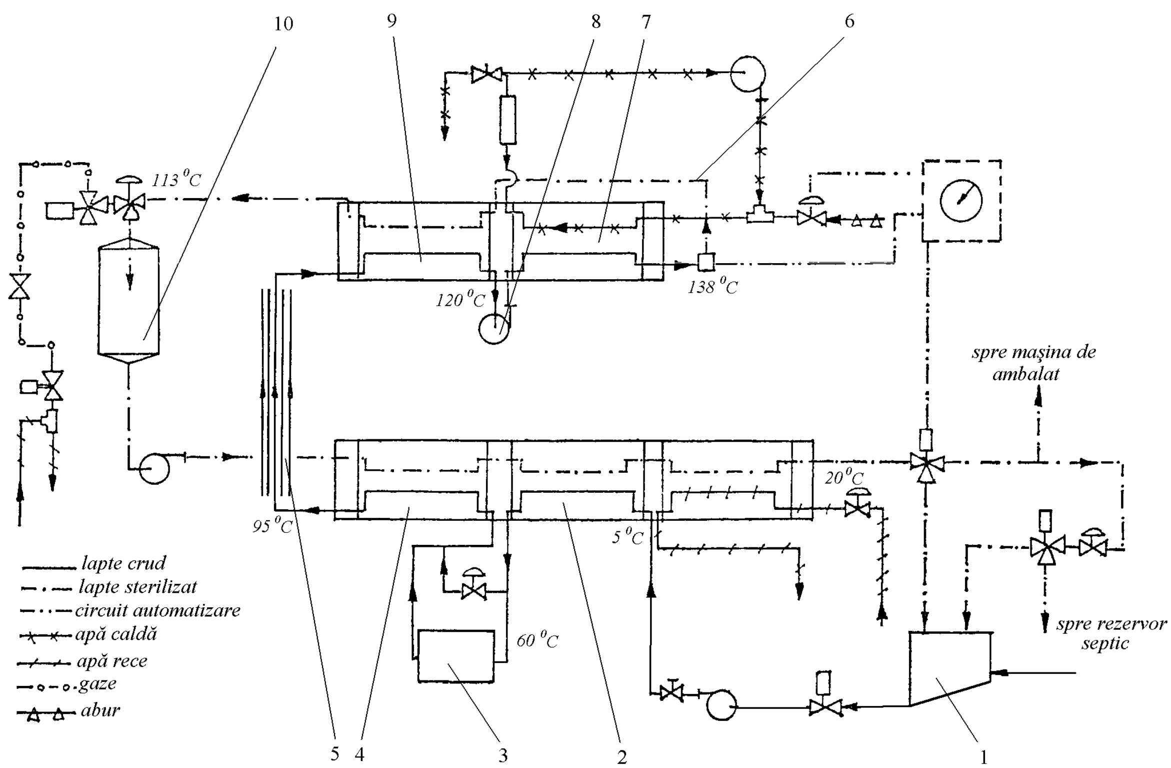


Fig. 3.28. Schema de funcţionare a instalaţiei de sterilizare a laptelui STERILPLAK: 1- rezervor alimentare; 2- zonă recuperare căldură I; 3- omogenizator; 4- zonă recuperare căldură II; 5- zonă de menţinere a temperaturii ; 6- tub menţinere la temperatura de sterilizare; 7- zonă de sterilizare; 8- pompă centrifugă; 9- zonă recuperare căldură III; 10- aparat de degazare.

Procedeele de sterilizare pot fi în flux continuu sau discontinuu, în funcţie de tipul de utilaj folosit. De asemenea, sterilizarea se poate realiza cu laptele ambalat sau în vrac (flux continuu), sterilizatoarele hidrostatice cunoscând o mai mare extindere în practica industrială.

În figura 3.28 este prezentată schema de funcţionare a unei instalaţii de sterilizare a laptelui de tipul cu schimbător de căldură cu plăci, compus din două corpuri, serpentină de menţinere şi aparat de degazare.

Laptele din bazinul de alimentare 1 este adus la zona de recuperare a căldurii I, se încălzeşte la 60 ^{0}C, preluând căldura de la laptele sterilizat şi trece la omogenizatorul 3. De

aici laptele ajunge la zona de recuperare a căldurii 4 unde, prin circulaţia în contracurent cu laptele sterilizat, se încălzeşte la 95 ^{0}C cu menţinere timp de 20-40 secunde în zona 5 (se produce o stabilizare mai bună a proteinelor, reducând astfel riscul de denaturare a lor la sterilizare).

Laptele ajunge în cel de-al doilea corp al instalaţiei unde se încălzeşte la 120 ^{0}C în zona de recuperare a căldurii 9 şi apoi la 138 ^{0}C în zona 7. Laptele ajuns la temperatura de sterilizare este menţinut un timp de maxim 4 secunde şi circulat prin tubul de menţinere exterior 6, proces controlat printr-un circuit de automatizare. Din tubul de menţinere laptele sterilizat trece în zona recuperatoare de căldură 9, unde temperatura sa scade la circa 113 ^{0}C, apoi prin degazorul 10 şi apoi se răceşte în două trepte (zona 4 în contracurent cu lapte şi zona 2 cu apă rece) până la 20 ^{0}C.

Parametrii tehnologici ai procesului de lucru sunt controlaţi de un sistem de automatizare care permite recircularea laptelui şi reglarea debitelor de abur, apă caldă şi apă rece, precum şi timpul de menţinere la temperatura de sterilizare.

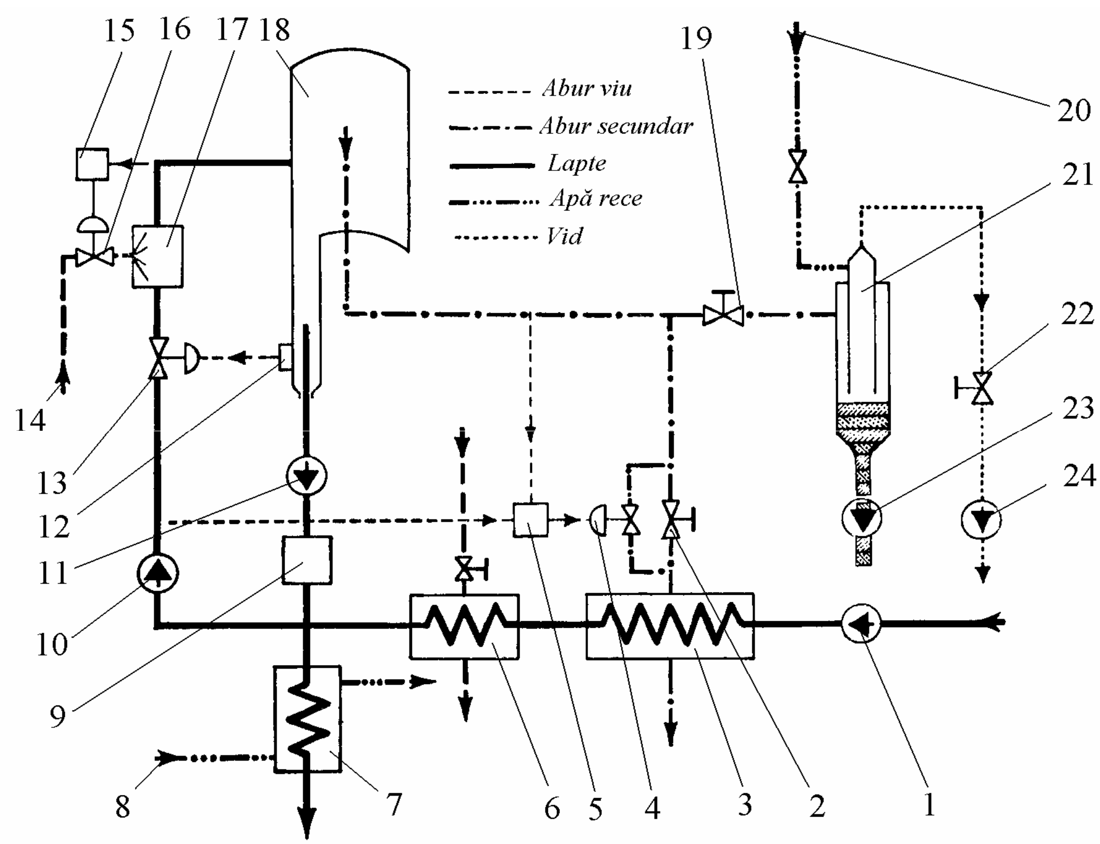


Fig. 3.29. Schema de funcţionare a unei instalaţii de sterilizare cu injecţie de abur: 1- pompă alimentare; 2,19- ventil reglaj abur secundar; 3,6- preîncălzitor; 4- ventil pneumatic de reglare automată a aburului secundar; 5- dispozitiv reglare automată a densităţii laptelui; 7- răcitor; 8,20- alimentare apă răcire; 9- omogenizator; 10- pompă lapte; 11- pompă lapte steril; 12- indicator nivel; 13- ventil de reglare; 14- alimentare abur de înaltă presiune; 15- regulator debit abur; 16- ventil de reglare automată a debitului de abur; 17- uperizator; 18- expandor; 21- condensator; 22- ventil reglare vid; 23- pompă condens; 24- pompă vid.

În practică se folosesc şi instalaţii la care agentul termic intră în contact direct cu laptele. Se procedează la injectarea aburului în lapte sau la injectarea laptelui într-o cameră cu abur, operaţia purtând şi denumirea de uperizare. Atât în primul caz, cât şi în cel de-al doilea, apa ce rezultă în urma condensării aburului se evacuează printr-o scădere bruscă a presiunii.

În figura 3.29 este prezentată schema de funcţionare a unei instalaţii de sterilizare în care laptele este încălzit prin injectarea de abur. Laptele proaspăt este supus preîncălzirii până la 75-80 ^{0}C în două trepte, pe seama aburului secundar rezultat de la expandor. Ajuns la această temperatură este pompat în capul de injecţie al uperizatorului, unde în contact cu aburul direct îşi ridică brusc temperatura la 140-150 ^{0}C. Durata de menţinere la această temperatură este dependentă de timpul cât străbate conducta ce duce la expandor. Ca urmare a vidului parţial pe care-l găseşte aici, se produce o detentă bruscă, fenomen însoţit şi de o evaporare intensă. Parametrii de lucru precum temperatura şi presiunea din expandor sunt reglate astfel încât apa evaporată să fie echivalentă cu aburul condensat la capul de injecţie al uperizatorului.

Din expandor laptele este pompat în omogenizator şi după răcire la 20 ^{0}C este trimis către maşina de ambalat.

O instalaţie în care laptele este pulverizat într-un recipient cu abur sub presiune este prezentată în figura 3.30.

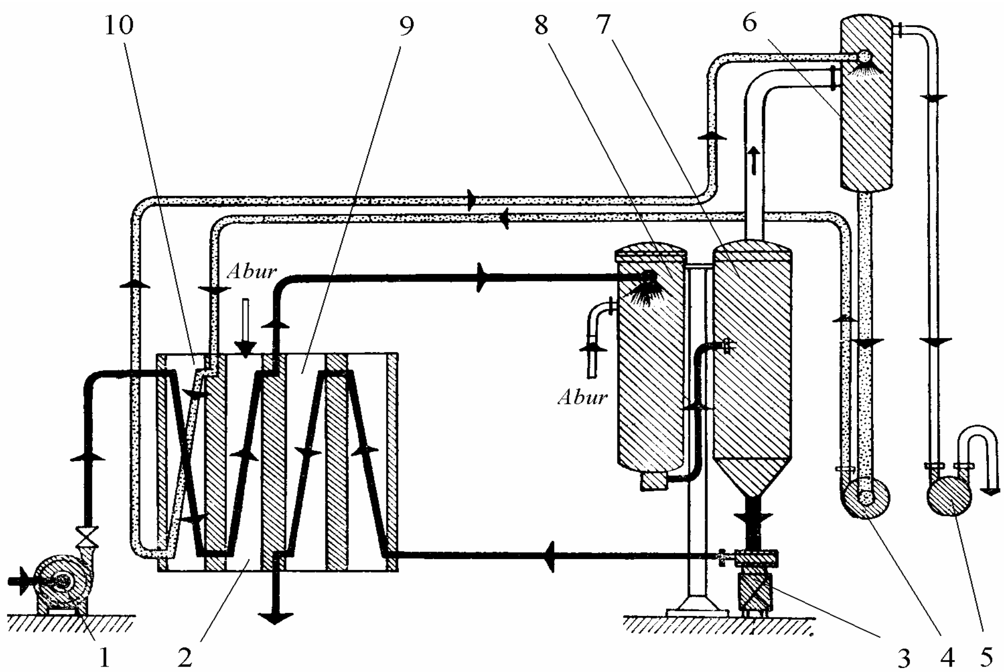


Fig. 3.30. Schema instalaţiei de sterilizare Thermovac: 1- pompă alimentare cu lapte; 2- preîncălzitor cu abur; 3- pompă evacuare lapte sterilizat; 4- pompă recirculare apă; 5- pompă de vid; 6- condensator de amestec; 7- vas de detentă (sub vid); 8- vas sub presiune; 9- zonă răcire; 10- zonă preîncălzire cu apă de condens.

După răcire laptele este păstrat în tancuri izoterme la 2-4 ^{0}C până în momentul când este trecut la maşinile de dozat şi ambalat. În ultimul timp se folosesc cu deosebire ambalaje nerecuperabile, sub formă de recipiente prefabricate sau recipiente formate în momentul ambalării. Ca materiale folosite la confecţionarea ambalajelor se pot menţiona

carton tratat cu parafină sau răşini sintetice (ambalaje de tip Perga), hârtie tratată cu sulfat de polietilenă (ambalaje de tip Tetra-Pak) şi folie termosudabilă de polietilenă (ambalaje de tip Polipak).

Tehnologia de fabricare a conservelor de lapte. Conservarea produselor lactate are ca scop mărirea duratei de păstrare a acestora, prin distrugerea microflorei ce provoacă alterarea sau prin crearea unor condiţii care să împiedice dezvoltarea proceselor microbiene în produse.

Metodele de conservare sunt următoarele:

- conservarea prin sterilizare: asigură distrugerea tuturor microorganismelor prin tratament termic şi realizează o conservabilitate teoretic nelimitată;

- conservarea prin deshidratare: constă în îndepărtarea unei cantităţi mai mari sau mai mici de apă, având drept consecinţă reducerea sau chiar încetarea activităţii vitale a microorganismelor;

- conservarea prin adaos de zahăr: are la bază creşterea presiunii osmotice şi care implică afectarea dezvoltării microorganismelor.

Dintre conservele de lapte obţinute prin aceste metode de conservare, cele mai importante sunt laptele concentrat sterilizat, laptele concentrat cu sau fără zahăr şi laptele uscat sau laptele praf. Datorită valorii nutritive ridicate, a duratei mari de păstrare şi a posibilităţilor multiple de depozitare şi transport, conservele de lapte sunt folosite atât ca atare în alimentaţie, cât şi ca materie primă la realizarea unor produse în diverse subramuri ale industriei alimentare (panificaţie, paste făinoase, produse de patiserie şi cofetărie, etc.).

Din gama produselor lactate concentrate se pot menţiona laptele concentrat sterilizat, laptele concentrat cu zahăr, laptele concentrat cu adaosuri (cafea, cacao, arome de fructe, etc.), lapte smântânit concentrat, zer şi zară concentrată.

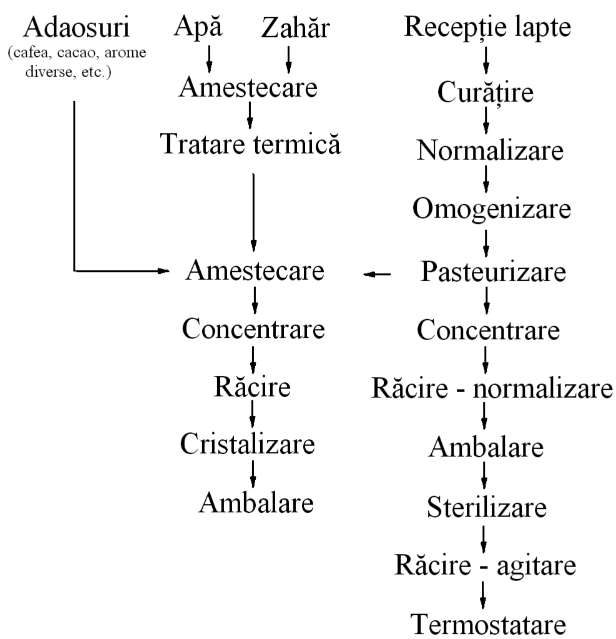


Fig. 3.31. Schema tehnologică de obţinere a laptelui concentrat

În figura 3.31 este prezentată schema tehnologică de fabricare a laptelui concentrat sterilizat şi cu adaosuri diverse.

Laptele concentrat cu zahăr şi alte adaosuri este un aliment foarte mult utilizat în alimentaţie, materia primă, respectiv laptele trebuind să corespundă integral condiţiilor privitoare la starea de igienă şi de stabilitate a sistemului coloidal.

Etapele preliminare sunt reprezentate de recepţia calitativă şi cantitativă a laptelui, curăţirea centrifugală şi normalizarea, toate având ca obiectiv obţinerea unei materii prime de calitate.

Pasteurizarea are rolul de a distruge microorganismele şi enzimele, fiind modificate favorabil şi unele

proprietăţi fizice precum vâscozitatea şi stabilitatea laptelui. De regulă, pasteurizarea laptelui destinat concentrării se face în aparate de tipul schimbătoarelor de căldură cu plăci, la temperaturi cuprinse între 85-95 ^{0}C, pe o durată de 10-20 minute. Acest regim termic de pasteurizare permite distrugerea în totalitate a microorganismelor dăunătoare sănătăţii, enzimele şi germenii nesporulaţi.

Amestecarea este operaţia prin care laptele pasteurizat se combină cu siropul de zahăr şi alte adaosuri, realizată înainte de concentrare sau simultan cu concentrarea laptelui.

Zahărul care se adaugă în lapte are rol atât de îndulcire, cât şi de conservant, concentraţia acestuia fiind stabilită în funcţie de produsul final (de regulă este de 40-45 %) şi ea trebuie respectată deoarece excesul de zahăr determină suprasaturarea produsului, cu formarea de cristale de zaharoză în timpul depozitării, în timp ce o concentraţie mai scăzută nu mai asigură condiţiile de conservare.

Zahărul folosit trebuie să corespundă integral cerinţelor fizico-chimice şi bacteriologice, iar pentru a evita infectarea laptelui cu microorganismele din zahăr, acesta se introduce sub formă de sirop tratat termic (încălzit timp de 10 minute la 90-95 ^{0}C) direct în concentrator, odată cu laptele sau amestecat cu laptele pasteurizat, în ambele situaţii temperatura siropului de zahăr trebuie să fie mai mare de 80 ^{0}C.

Atunci când amestecarea se realizează în concentrator, laptele rezultat de la pasteurizare are temperatura de ieşire de minim 85 ^{0}C, temperatură la care se introduce în instalaţiile de concentrare, evitând astfel pe de o parte arderea laptelui (se produce la contactul direct al laptelui rece cu suprafeţele încălzite ale camerelor de concentrare, afectând culoarea şi gustul acestuia), iar pe de altă parte asigurând o mai rapidă şi omogenă concentrare.

Concentrarea este o operaţie specifică şi constă în eliminarea unei părţi din apa conţinută de laptele cu adaosuri de zahăr şi alte produse, având ca efect scăderea volumului şi creşterea concentraţiei în substanţă uscată, mărirea presiunii osmotice şi implicit a conservabilităţii produsului.

Pentru a evita modificarea echilibrului coloidal al laptelui, eliminarea parţială a apei (concentrarea se realizează la un raport de 1/2 până la 1/3) se face la temperaturi scăzute de maxim 50-60 ^{0}C sub vid, până când densitatea laptelui la 50 ^{0}C este de 1,270 – 1,295 iar conţinutul în substanţă uscată la 20 ^{0}C este de 72,8 – 73,0 %.

În industria alimentară se folosesc o multitudine de instalaţii de concentrare, pentru lapte fiind folosite cu precădere cele cu flux continuu şi de tip tubular, cu peliculă ascendentă sau descendentă, concentrarea fiind realizată în una sau mai multe trepte. Deoarece laptele concentrat este pulverizat fin în tuburile încălzite din exterior, cu realizarea unui schimb de căldură foarte bun, instalaţiile de concentrare cu peliculă descendentă sunt utilizate pe scară largă. În figura 3.32. este prezentată schema unei instalaţii de concentrare în două trepte de tip Nagema, iar în figura 3.33. schema unei instalaţii de concentrare în trei trepte de tip ANHYDRO.

Instalaţia Nagema realizează concentrarea laptelui în două trepte încălzite din exterior cu abur, depresiunea din camerele de concentrare determinând o scădere a temperaturii de vaporizare a apei la 50-60 ^{0}C, temperatura fiind cu atât mai scăzută cu cât creşte depresiunea din camere.

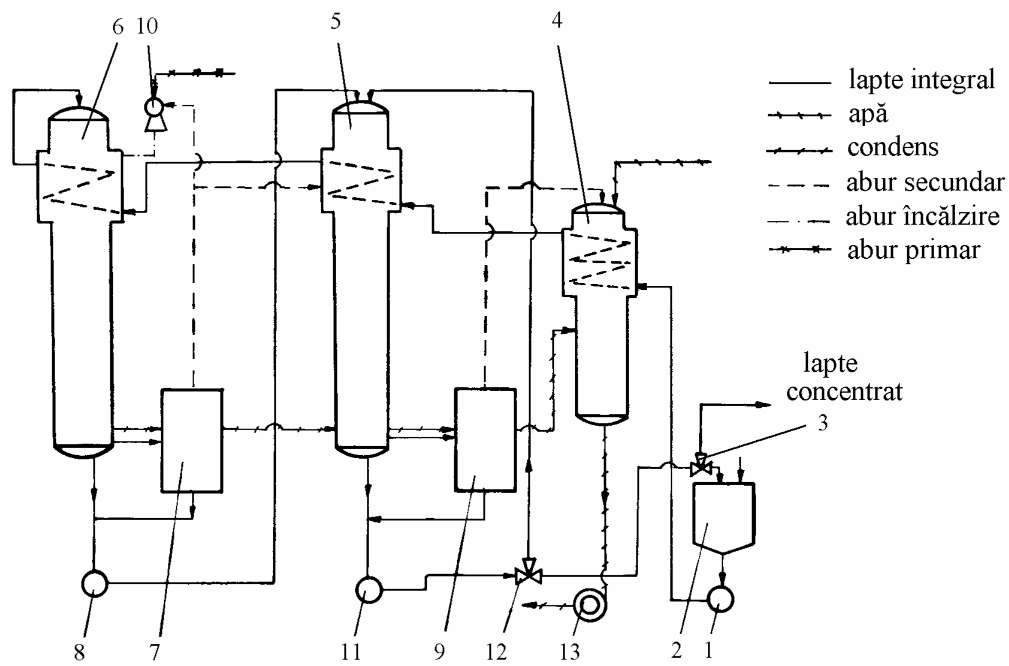


Fig. 3.32. Schema instalaţiei de concentrare cu dublu efect, termocompresie şi curent descendent Nagema: 1,8,11- pompe lapte; 2- rezervor lapte; 3,12- robinet cu trei căi; 4- condensator; 5,6- concentratoare; 7,9- separatoare de picături; 10- ejector; 13- pompă vid

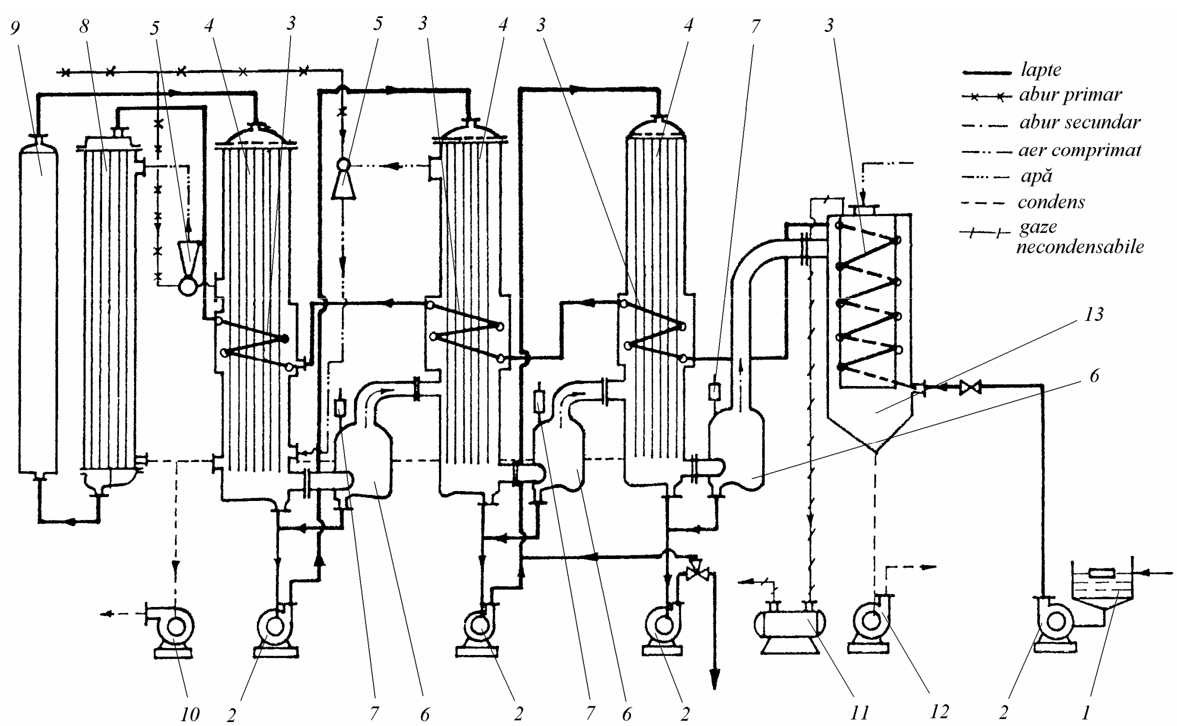


Fig. 3.33. Schema instalaţiei de concentrare cu triplu efect tip ANHYDRO: 1- rezervor lapte; 2- pompă lapte; 3- circuit încălzire; 4- concentrator; 5- ejector; 6- separator picături; 7- termometru; 8- pasteurizator; 9- corp menţinere temperatură; 10,12- pompă condens; 13- condensator semibarometric.

Prin concentrarea laptelui în instalaţia cu trei trepte de concentrare de tip ANHYDRO, procesul de lucru este mai bine controlat şi parametrii de lucru permit realizarea unei calităţi superioare a produsului finit.

După atingerea gradului de concentrare laptele trebuie răcit rapid într-o primă fază şi moderat în faza a doua. Răcirea rapidă este necesară atât din punct de vedere bacteriologic, dar şi pentru a atenua efectele de îngroşare şi decolorare favorizate de temperaturile relativ ridicate.

Pe de altă parte, în procesul de evaporare a apei se formează în lapte o soluţie de lactoză care, la răcire cristalizează. Dacă răcirea se face lent are loc formarea unui număr redus de cristale care cresc foarte mult, imprimând produsului o consistenţă nisipoasă, în timp ce o răcire rapidă determină formarea unui număr foarte mare de cristale fine în lapte, conferindu-i acestuia o consistenţă granulară mai bună.

Laptele ce iese din concentrator se răceşte la 30 ^{0}C, iar pentru accelerarea cristalizării lactozei (cu formarea unui număr mare de centre de cristalizare) de adaugă 0,1 % lapte concentrat sau 0,02 % lactoză, după care răcirea se continuă până la 17-18 ^{0}C, temperatură la care se menţine timp de 40-60 minute cu agitare continuă, procesul de cristalizare fiind considerat corect atunci când cristalele de lactoză nu depăşesc 0,01 mm.

Păstrarea laptelui concentrat se face în vase închise, având posibilitatea corectării, atunci când este cazul, a conţinutului în grăsime sau apă, operaţie ce trebuie evitată pe cât posibil. Dacă acest lucru este necesar, normalizarea laptelui concentrat se face, după caz, cu apă fiartă şi filtrată steril, smântână sau lapte smântânit ce au fost supuse unei pasteurizări apropiate de cea a laptelui concentrat.

Din vasele de păstrare laptele concentrat este trecut în ambalaje, iar pentru evitarea unei eventuale contaminări, operaţia se realizează în încăperi speciale cu condiţii de igienă stricte. Aerul din camera de ambalare este filtrat steril şi menţinut constant la temperatura de 14-16 ^{0}C, iar ambalajele se sterilizează cu abur sau cu raze ultraviolete, în primul caz uscarea fiind realizată cu aer steril.

Laptele concentrat sterilizat. Ca materie primă poate fi folosit laptele integral sau smântânit, produsul finit fiind consumat ca atare sau folosit în diverse subramuri ale industriei alimentare. Ca produs se aseamănă cu laptele concentrat cu zahăr şi alte adaosuri, cu deosebirea că în acest caz conservabilitatea este asigurată prin sterilizare, compoziţia chimică a celor două tipuri de produse fiind prezentată în tabelul 3.3.

Tabelul 3.3. *Compoziţia chimică medie a produselor lactate concentrate, în %*

Componentul	Lapte concentrat cu zahăr	Lapte concentrat sterilizat
Apă	25-27	50-70
Substanţă uscată totală	28-32	25-50
Grăsimi	8-9	8-15
Substanţă uscată negrasă	20-24	20-35
Proteine	8-9	8-15
Lactoză	11-14	11-15
Săruri minerale	1,5-1,8	1,4-1,7
Zaharoză	40-45	-

Operaţiile preliminare de recepţie, curăţire, normalizare şi omogenizare sunt asemănătoare ca în cazul laptelui concentrat cu adaosuri. Pasteurizarea este caracterizată printr-un regim termic mai sever, laptele fiind menţinut timp de 10 minute la o temperatură de 95-100 ^{0}C.

Concentrarea se realizează în aceleaşi tipuri de instalaţii, cu menţiunea că gradul de concentrare depinde de tipul produsului şi are valori cuprinse între 25-50 % S.U., în cele mai multe situaţii concentrarea mergând până la 26-28 % S.U., ceea ce corespunde unei densităţi de 1,055 -1,065 la temperatura de 20 ^{0}C.

Omogenizarea se aplică imediat după concentrare şi urmăreşte dispersarea grăsimii şi omogenizarea emulsiei, evitând astfel separarea ei ulterioară, stabilitatea fiind favorizată şi de creşterea vâscozităţii laptelui în urma omogenizării. Pentru aceasta se folosesc omogenizatoare cu şoc mecanic la care presiunea în prima treaptă este de 170-250 atmosfere şi de 50 atmosfere în cea de-a doua treaptă, mărirea presiunii determinând o creştere a vâscozităţii.

Răcirea şi normalizarea laptelui concentrat sterilizat presupune aducerea sa la temperatura de 10-12 ^{0}C şi depozitarea în vane sau tancuri izoterme, pe o durată de maxim 13-15 ore. Normalizarea este o operaţie ce ar trebui evitată, dar care, în cazul depăşirii gradului de concentrare în substanţă uscată sau conţinutul în grăsimi nu este cel dorit, se poate face dar în condiţii stricte de igienă şi cu produse tratate termic asemănător cu laptele concentrat, evitând astfel infectarea acestuia.

Ambalarea laptelui concentrat se face în cutii metalice de diverse capacităţi, închise ermetic şi supuse unui control al etanşeităţii, pentru aceasta fiind folosite maşini de ambalat speciale.

Sterilizarea este operaţia principală şi are ca scop distrugerea completă a microorganismelor şi a enzimelor, prin acest tratament termic fiind favorizată şi o creştere a vâscozităţii laptelui concentrat. Instalaţiile de sterilizare sunt de tipul cu funcţionare continuă sau discontinuă, în ambele cazuri durata medie de sterilizare fiind 15 minute la o temperatură de 115 ^{0}C.

După încheierea procesului de sterilizare cutiile metalice cu lapte concentrat sunt răcite la 20-25 ^{0}C, prin pulverizarea apei reci timp de 15-20 minute, iar pentru omogenizarea conţinutului se face agitarea timp de 2-5 minute în aparate speciale.

Termostatarea este o operaţie necesară în vederea verificării stabilităţii şi eficienţei sterilizării. Pentru aceasta cutiile cu lapte concentrat se păstrează timp de 10 zile într-o cameră a cărei temperatură este menţinută constant la 37 ^{0}C, după care, în urma sortării, sunt îndepărtate acelea care prezintă bombaj sau sunt închise defectuos. În final cutiile se depozitează în lăzi la temperatura de 5-15 ^{0}C , în camere cu umiditatea aerului de 85 %.

Tehnologia conservelor din pește. Conservele din pește sunt produse alimentare obținute în urma tratamentului de termosterilizare a peștelui în ambalaje închise ermetic și din punct de vedere al rețetei de fabricație acestea pot fi:

● conserve de pește în ulei (ulei simplu, aromat, picant, cu usturoi, cu fum, etc.);
● conserve de pește în sos (alb, de tomate, de smântână, de legume, etc.);
● conserve de pește cu legume;
● conserve de pește în suc propriu;
● conserve de pește sub formă de pastă.

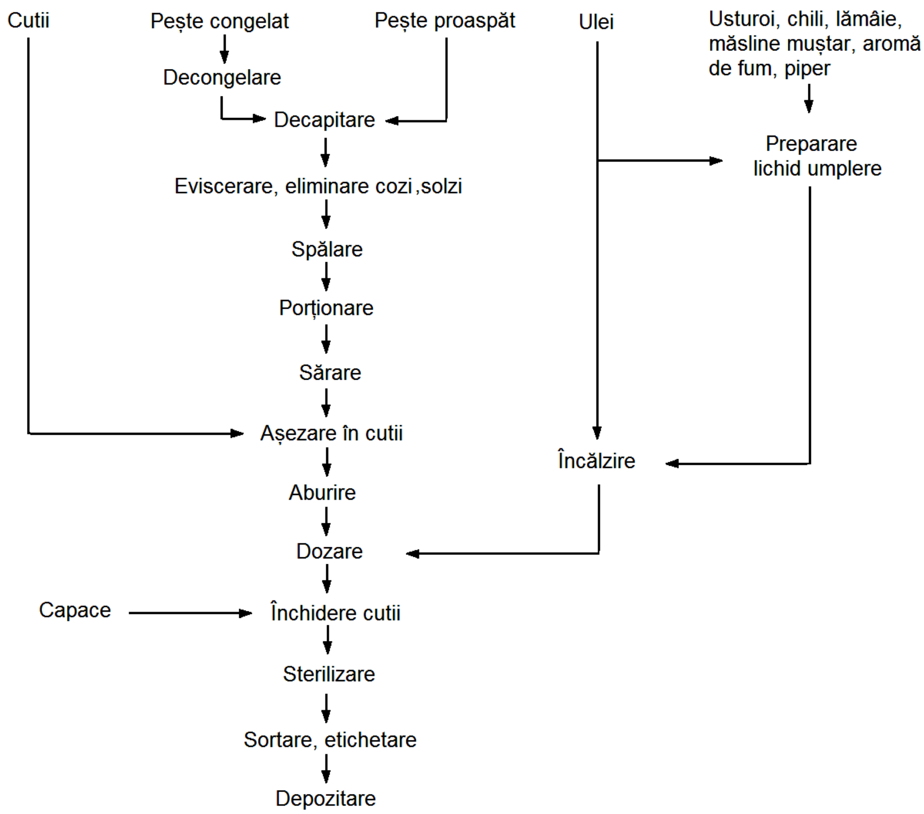


Fig. 3.34. Schema tehnologică de fabricare a conservelor din pește în ulei

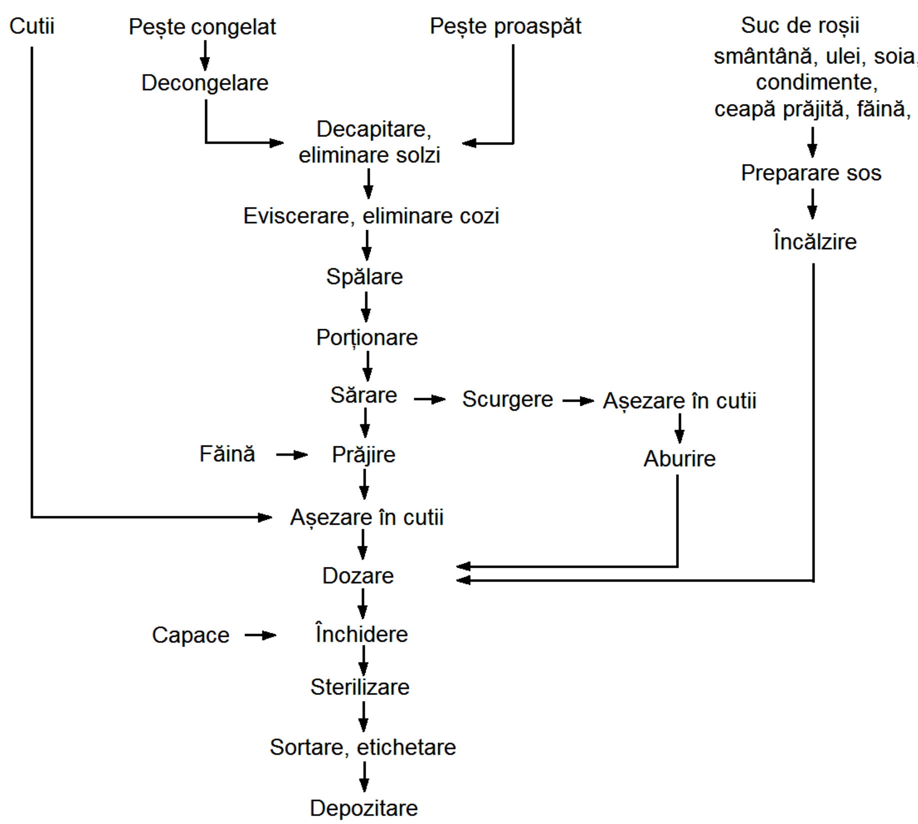


Fig. 3.35. Schema tehnologică de fabricare a conservelor din pește în sos

Conservele de pește în ulei folosește ca materie primă pește oceanic congelat sau proaspăt de diferite specii și se realizează după schema tehnologică din figura 3.34. Ca sortimente distincte se pot menționa conserve în ulei simplu, ulei aromatizat cu fum, ulei picant, ulei picant și adaos de legume, ulei cu usturoi, ulei cu muștar, ulei și sos tomat iute, ulei cu măsline și lămâie.

Conservele de pește în sos folosesc ca materie primă pește oceanic congelat și pește proaspăt de apă dulce și se obțin după schema tehnologică din figura 3.35. Ca sortimente cunoscute sunt conservele în sos tomat, conservele în sos de smântână, în sos alb și în sos de smântână cu legume. Deosebirea tehnologică între cele în sos tomat și restul de sortimente o constituie faptul că la acestea, după sărare peștele este pus la scurs, așezat în cutii și introduse în dulapuri unde se aburesc, apoi este trimis la mașinile de dozat.

Conservele de pește cu legume au ca sortimente caracteristice zacusca și ghiveciul de pește și se prepară după o schemă tehnologică asemănătoare ca la cele în sos, cu deosebirea că procentul de legume și ingrediente este mult mai mare (tabelul 3.4.)

Tabelul 3.4. *Componentele pentru conservele de pește cu legume*

Componentul, în kg/100 kg produs	Sortimentul			
	zacuscă	ghiveci	sos zacuscă	sos ghiveci
Mazăre fiartă	122	12,5		
Castraveți murați	8			
Morcovi opăriți	7	24,5		
Ardei gras oprit	7	16		
Fasole verde	5	12,5		
Roșii proaspete	5	14		
Gogoșari în oțet	3			
Vinete prăjite		14		
Dovlecei prăjiți		12,5		
Pastă tomate			14	6,5
Ulei			1,5	2,5
Zahăr			3	1,5
Ceapă			6	6
Oțet			7	1
Condimente (piper, enibahar, coriandru, dafin			0,15	
Sare			1,5	1
Boia dulce				0,33

Conservele de pește tip pastă se obțin din pește oceanic în amestec cu legume precum ceapă prăjită, morcov, condimente, sos și orez prăjit, după care materialul este supus operației de tocare sub formă de pastă. După malaxare, care urmărește obținerea unei paste omogene, tocătura este dozată în cutii, fiind urmată de sterilizare.

Toate tipurile de conserve se supun operației de sortare, după o perioadă de menținere la temperatura ambiantă, în vederea eliminării acelor cutii care prezintă defecte în urma tratamentului termic. Se urmărește bombajul fizic, chimic și microbiologic, fenomene datorate etanșeității necorespunzătoare a cutiilor sau tratamentului termic

incorect. Aceste defecte de fabricație sunt extrem de dăunătoare organismului dacă produsele ar fi consumate astfel.

3.2. Conservarea alimentelor cu ajutorul fumului

Fumul este un aerosol format dintr-un amestec de aer şi produşi de ardere incompletă a lemnului, compoziţia sa chimică fiind dependentă de natura combustibilului (tabelul 3.5) şi condiţiile de ardere. Fumul rezultat prin arderea combustibililor este purificat în vederea eliminării particulelor solide care-l însoţesc, pentru aceasta fiind utilizate mai multe procedee (fig. 3.36).

În figura 3.37 este prezentată o instalaţie de ardere a rumeguşului de lemn pentru producerea de fum tehnologic. Rumeguşul este trimis în camera de ardere (focar) dozat de un dispozitiv de reglaj al debitului, unde are loc arderea lentă, condiţiile de ardere fiind fără flacără mare (rumeguşul este umectat iar focarul este prevăzut cu sistem de răcire), fumul rezultat fiind spălat cu apă pulverizată şi trimis către celulele de afumare.

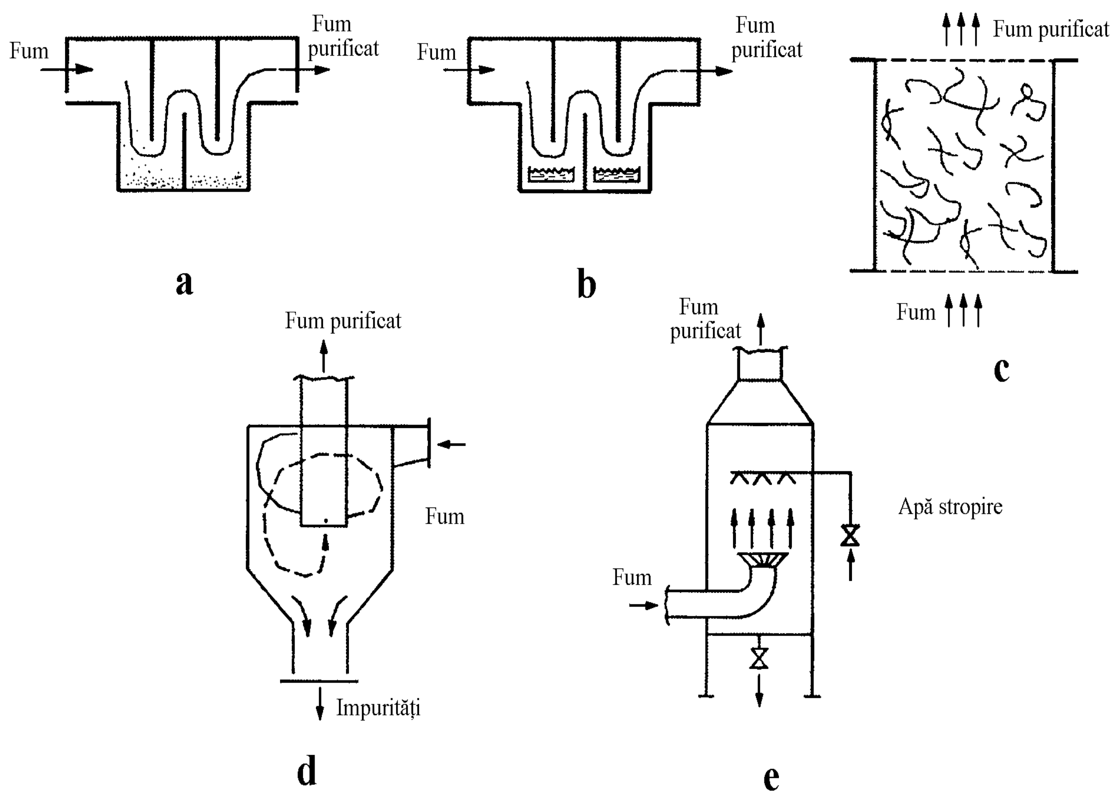


Fig. 3.36. Metode de purificare a fumului: a- decantare uscată; b- decantare umedă; c- ciclon de separare; d- coloană de spălare; e- filtru cu şpan metalic.

Dintre toţi compuşii chimici ai fumului cea mai importantă acţiune asupra produselor o au în special fenolii şi aldehidele aromatice şi ciclice, precum şi acidul acetic. Principalele proprietăţi ale fumului sunt:

- *acţiune antiseptică*, se manifestă la suprafaţa produsului datorită acţiunii bactericide a fenolilor, aldehidelor şi acizilor;

Tabelul 3.5. *Compoziţia chimică a fumului în funcţie de natura combustibilului (în % faţă de conţinutul total)*

Componentul	Natura combustibilului			
	Fag	Stejar	Mesteacăn	Brad
Acizi (exprimaţi în acid acetic)	5,24	5,14	4,57	3,74
Fenoli (exprimaţi în acid carbolic)	0,30	0,30	0,19	0,25
Combinaţii carbonilice (exprimat în acetonă)	8,69	8,05	8,71	10,84
Formaldehidă	1,10	1,04	0,96	1,43
Acetaldehidă	1,40	1,07	1,16	1,93
Furfurol	0,69	1,57	0,75	1,03
Diacetil	0,61	0,62	0,44	0,83
Aldehidă+diacetil	3,79	4,30	3,31	5,22

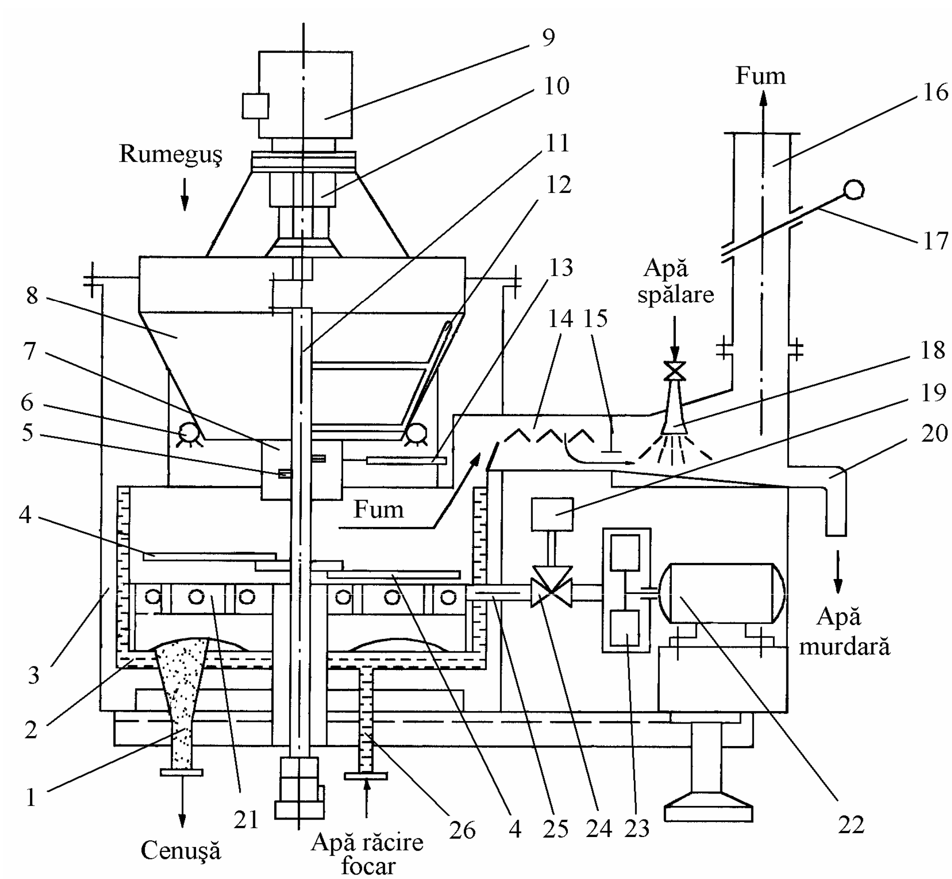


Fig. 3.37. Schema generatorului de fum ATMOS: 1- gură evacuare cenuşă; 2- focar; 3- corp generator; 4- palete amestecare; 5- palete alimentare focar; 6- duze cu apă de umezire; 7- tub dirijare rumeguş; 8- buncăr rumeguş; 9- motor antrenare ax agitator; 10- reductor; 11- ax agitare; 12- paletă afânare rumeguş; 13- sertar dozator; 14- cameră purificare fum; 15- perete despărţitor; 16- conductă evacuare fum; 17- şibăr dozare fum; 18- duză spălare fum; 19- releu comandă; 20- evacuare apă murdară; 21- colier injectare aer; 22- motor electric; 23- ventilator; 24- robinet dozare aer; 25- conductă admisie aer; 26- conductă apă răcire focar.

- *acţiune antioxidantă*, datorată fenolilor cu temperatură de fierbere ridicată, în care se găsesc grupe ale eterilor metilici ai pirogalolului;

- *proprietăţi aromatice*, ca urmare a acţiunii reciproce dintre compuşii fumului cu aminoacizi şi zahăr;

- *proprietăţi colorante*; culoarea produsului afumat este principalul indice prin care se apreciază gradul de afumare şi depinde de proprietăţile fizico-chimice ale mediului de afumat.

Metodele de afumare se diferenţiază în funcţie de mediul în care se desfăşoară procesul, temperatura şi durata afumării.

<u>Afumarea în curent de fum</u> se realizează în mai multe variante: în camere cu tiraj natural sau artificial (fumul este produs în camera de lucru), în camere cu fum extern (fumul este produs într-o instalaţie în afara camerei, filtrat şi apoi trimis în cameră) şi în câmp electrostatic (prin depunerea substanţelor din fum ionizate pe produs).

<u>Afumarea cu preparate lichide</u>. Preparatele lichide sunt obţinute prin "spălarea" fumului cu apă pulverizată, fapt ce permite antrenarea şi dizolvarea componentelor utile ale fumului. Lichidul rezultat este filtrat şi concentrat prin distilare fracţionară, fiind reţinută fracţia cu temperatura de distilare cuprinsă între 90-100 ^{0}C, care dizolvată în apă dă numitul preparat de fum.

Afumarea cu preparate lichide se face practic prin pulverizarea, stropirea sau imersia produsului, respectiv prin înglobarea preparatului lichid în produs, urmat de tratamente termice sau uscare fără fum.

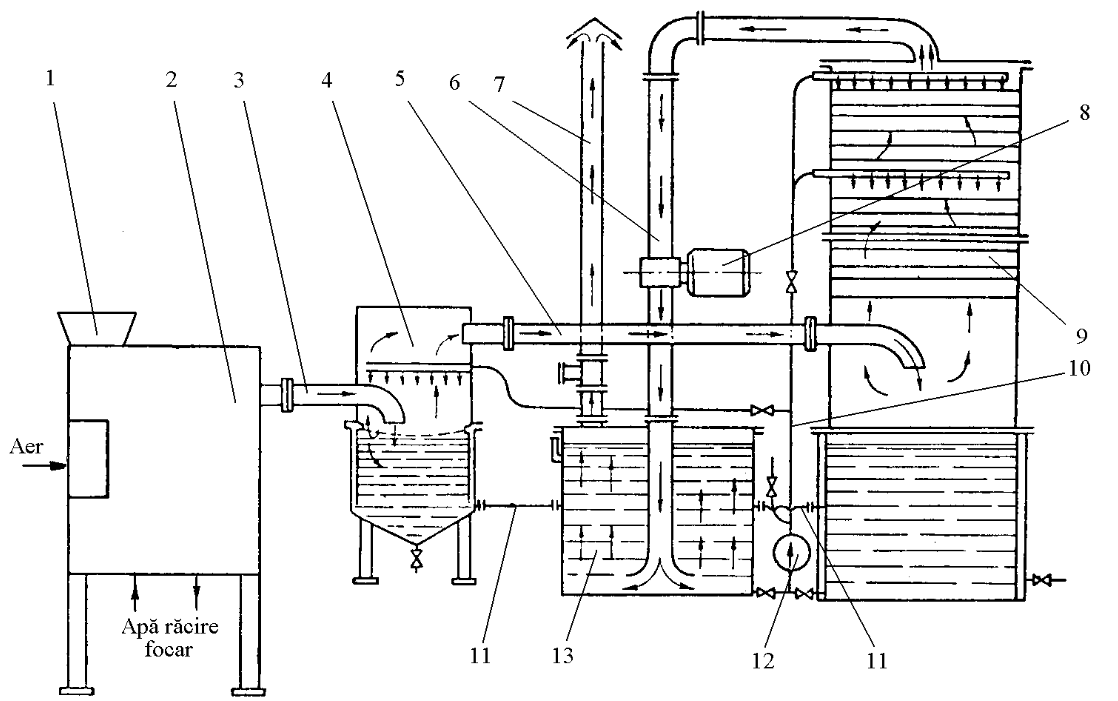


Fig. 3.38. Schema instalaţiei de obţinere a lichidelor de afumare: 1- coş alimentare cu rumeguş; 2- focar, 3- conductă fum; 4- cameră de spălare fum; 5,6 - conductă transport fum; 7- coş evacuare fum spălat; 8- eletroventilator; 9- coloană absorbţie; 10- conductă recirculare apă; 11- conducte de legătură; 12- pompă recirculare; 13- cameră barbotare.

Fumul rezultat din arderea rumeguşului (fig. 3.38) este trimis în camera de spălare unde, prin pulverizarea apei, sunt antrenate şi dizolvate componentele utile din fum. Fumul spălat conţine încă o parte consistentă de principii utile şi de aceea el este trecut într-o a doua cameră de absorbţie, prevăzută cu rame metalice şi stropită cu apă recirculată din camera de spălare. Pentru a reţine toate componentele fumului, acesta este trecut sub presiune şi barbotează apa din camera de barbotare, după care este evacuat în atmosferă. Pentru a reduce consumul de apă şi implicit costurile cu concentrarea lichidului de afumare, apa se recirculă din cele trei camere de lucru, până la atingerea unei anumite concentraţii în compuşi ai fumului, moment în care procesul se opreşte iar lichidul rezultat se filtrează şi se concentrează în instalaţii speciale.

Ca și metodă de conservare, afumarea se folosește în special la produsele animaliere precum carne, pește și preparate din carne, dintre produsele vegetale fiind cunoscute doar prunele afumate.

Afumarea este operaţia prin care se imprimă cărnii şi preparatelor de carne culoarea caracteristică, gustul, aroma şi conservabilitatea specifică. Ea se poate executa separat sau împreună cu fierberea. Afumarea are ca scop solubilizarea unor substanţe proteice şi îmbibarea lor cu compuşi aromaţi din fum, pasteurizarea produsului, precum şi o deshidratare parţială a sa.

Afumarea este folosită ca și metodă de conservare a preparatelor din carne și ea se regăsește în procesul tehnologic de fabricație în funcție de sortimentul fabricat (fig. 3.39.)

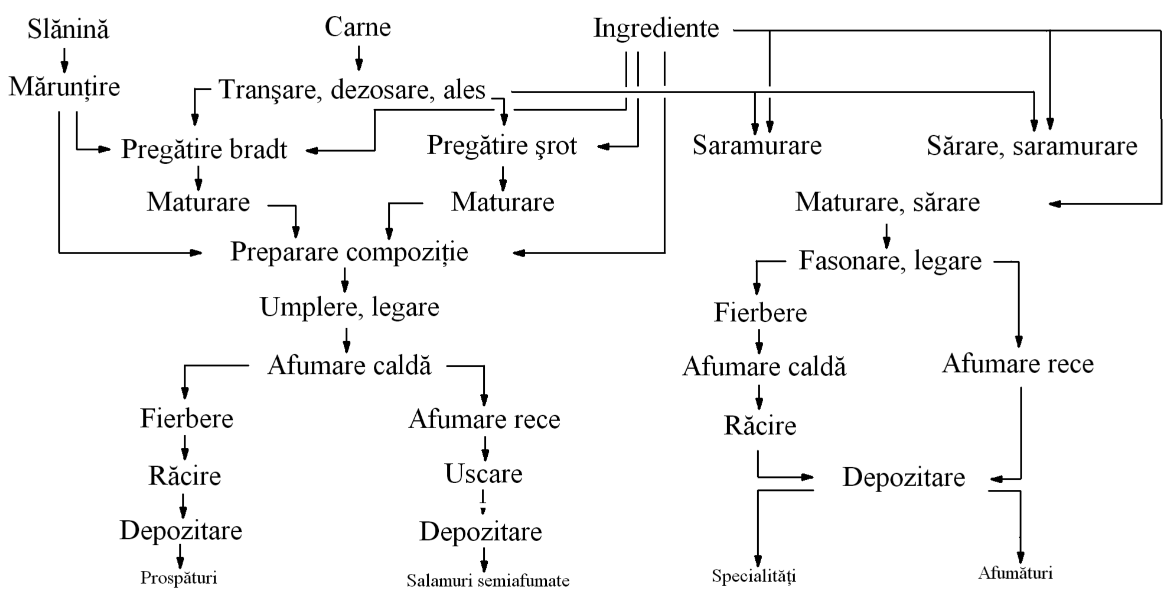


Fig. 3.39. Schema tehnologică de fabricare a preparatelor din carne

Materiile prime folosite la fabricarea preparatelor sunt carnea de bovine, porcine şi ovine, slănina crudă de porc, organele şi subprodusele comestibile de abator. Ele se supun unei recepţii cantitative şi calitative corespunzătoare normelor sanitar-veterinare, acelaşi lucru fiind valabil şi pentru materialele auxiliare şi materialele ce intră în procesul de fabricaţie.

Tranşarea, dezosarea şi sortarea cărnii. Carnea caldă, refrigerată sau decongelată, sub formă de carcasă sau semicarcasă, este tranşată în porţiuni anatomice mari în funcţie

de rasa de animale şi produsele ce urmează a fi fabricate, este dezosată şi sortată pe calităţi prin îndepărtarea cartilagiilor, grăsimii şi flaxurilor.

Bradtul este o pastă utilizată la fabricarea mezelurilor cu structură omogenă sau neomogenă, cu rol de aditiv pentru diversele componente ale umpluturii.

Bradtul se obţine prin tocarea mecanică fină a cărnii, în special cea de bovină, mărunţită în prealabil la wolf, pentru asigurarea consistenţei pastei, la prelucrarea la cuter se adaugă apă răcită şi clorură de sodiu, iar când se prelucrează carne refrigerată se adaugă polifosfaţi (fig.3.40.)

Ca urmare a prelucrării mecanice pasta obţinută are în structura sa particule mici de carne, fragmente de ţesut gras şi conjunctiv, vase sanguine şi limfatice, ţesuturi nervoase, ce constituie faza dispersată a bradtului. Faza continuă este o soluţie electrolitică în care sunt dizolvate substanţe organice şi anorganice cu masă moleculară mică, substanţe proteice şi altele. Între componentele celor două faze se formează o reţea de legături (prin anumite forţe de legătură), produsul final prezentând caracterul de alunecare.

Calitatea bradtului, exprimată prin adezivitate şi vâscozitate, depinde de calitatea cărnii (compoziţie, structură, pH), temperatura şi modul de prelucrare, natura, concentraţia şi gradul de solubilizare a substanţelor de adaos, capacitatea cărnii de a lega apa, etc.

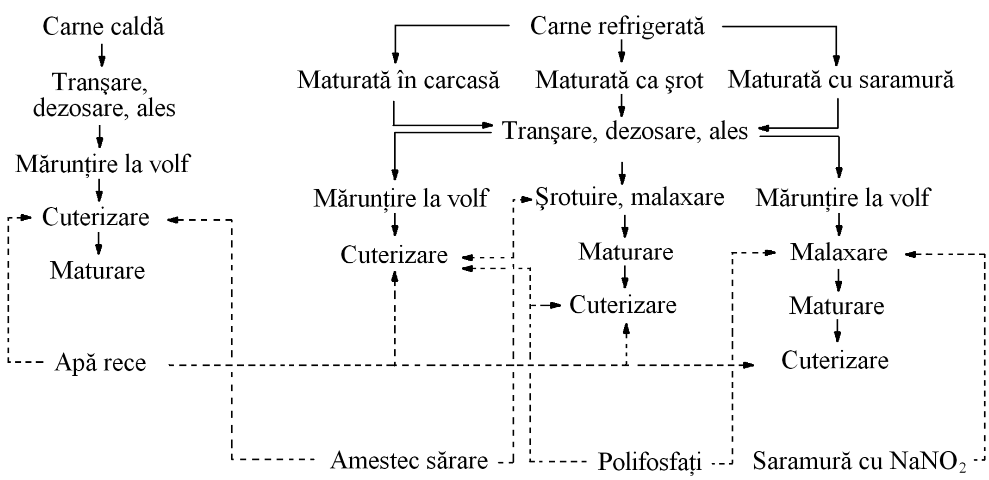


Fig. 3.40. Schema tehnologică de pregătire a bradtului din carne caldă şi refrigerată

În procesul tehnologic bradtul este maturat şi omogenizat cu o cantitate oarecare de slănină şi cu apă răcită sau fulgi de gheaţă, în vederea obţinerii unei emulsii de carne a cărei calitate este definită de: capacitatea de emulsionare, stabilitatea la agregare şi stabilitatea la tratament termic. Prin faptul că sunt polielectroliţi amfoteri şi compatibili cu ambele faze ale emulsiei, proteinele cărnii sunt principalii emulgatori şi stabilizatori ai emulsiilor de carne.

Tot în bradt se adaugă şi derivatele proteice de soia, utilizate la fabricarea unor preparate din carne. Pentru aceasta se foloseşte carne sărată şi maturată, ce se prelucrează în două moduri: la bradtul din carne de vită carnea se toacă, după care se adaugă izolatul sau concentratul de soia şi apoi apa de hidratare, iar la bradtul din carne de porc se hidratează în prealabil izolatul proteic sau concentratul de soia cu apă, până la

formarea unui gel omogen, după care se adaugă carnea şi se prelucrează în modul obişnuit.

Bradtul se poate obţine şi din carne congelată, dar pentru a evita operaţia de decongelare care solicită îndelungat un timp, sunt necesare maşini pentru mărunţit speciale de tip hidroflake.

Pregătirea şrotului constă în tăierea cărnii dezosate şi alese pe calităţi, în bucăţi mai mari sau mai mici, în funcţie de modul de sărare:

- la sărarea uscată bucăţile de carne se amestecă cu amestecul de sărare timp de 10-15 minute, după care se lasă 2-3 zile la 4 ^{0}C pentru maturare;

- la sărarea cu saramură ce conţin azotiţi şi polifosfaţi, carnea se mărunţeşte la volf, se amestecă timp de 15-30 minute cu saramură la 10 ^{0}C, după care se lasă 2 zile la maturat.

Pentru prospături şi salamuri compoziţia se prepară din bradt, şrot, slănină şi condimente, a căror proporţie diferă în raport cu sortimentul fabricat. Pentru obţinerea unor produse cu anumite dimensiuni ale tocăturii, amestecarea componentelor se face într-un malaxor, iar la produsele cu pastă fină amestecarea se face direct în cuter. În tabelul 3.6. se prezintă compoziţia unor produse semiafumate din categoria salamurilor.

Compoziţia formată conform reţetei de fabricaţie se trece la maşinile de umplut, manual sau mecanic cu pompe de carne şi transportoare elicoidale. Umplerea se face în membrane naturale sau artificiale (care în prealabil au fost desărate, spălate, dezinfectate şi înmuiate), folosind şpriţuri pneumatice sau hidraulice, de regulă cu vid. Batoanele umplute se clipsează şi se leagă cu sfoară pentru a putea fi agăţate.

Tabelul 3.6. *Compoziţia unor salamuri semiafumate*

Componentul	Salam Italian	Salam Bucureşti	Salam Poiana	Salam de vară	Salam vânătoresc
Materii prime, în kg/100 kg produs:					
- bradt calitatea I	25	30	20	-	-
- bradt calitatea a II-a	15	-	-	-	30
- carne vită calitatea I	-	20	-	50	-
- carne vită calitatea a II-a	-	-	-	-	20
- carne vită calitatea a III-a	-	-	-	-	-
- carne porc	-	-	-		30
- slănină tare	35	30	65	17	15
- slănină moale	25	20	15	33	5
Condimente, în g/100 kg produs					
- piper/enibahar	200/30	100/50	200/50	140/-	150/30
- usturoi/boia ardei	50/-	100/-	100/-	200/-	100/-
- coriandru/chimion	-	-	-	-	20/-
- nucşoară/zahăr	-	-	-	-/240	-
Apă, max, %	51	55	60	35	52
NaCl, max, %	3	3	3	4	3
Azotaţi, în mg/100 g produs	12	12	12	12	12
Membrane, diametrul în mm	50-55	70-80	70-100	55-60	40-60

La afumături şi specialităţi din carne se execută o fasonare prin care se obţine forma specifică produsului, urmată de legarea cu sfoară, operaţie care în unele cazuri ajută şi la

menţinerea formei.

În funcţie de durata şi temperatura la care se desfăşoară afumarea produselor din carne, se deosebesc: afumare cu fum cald sau hiţuirea (timp de 1-3 ore cu fum la 60-100 ^{0}C), afumare cu fum moderat (timp de 12-18 ore cu fum la 20-35 ^{0}C) şi afumare cu fum rece (timp de 5-15 zile cu fum la 10-18 ^{0}C).

Afumarea caldă se face în celule prin care circulă fum cald la 75-90 ^{0}C, timp de 20-60 minute, diferenţiat în funcţie de sortimentul fabricat.

Fierberea este realizată cu abur staţionar în celulă sau cu aer umed recirculat. Temperatura de fierbere în celulă este de 75 ^{0}C, maxim 80 ^{0}C, fierberea fiind considerată terminată atunci când temperatura din mijlocul produsului este menţinută timp de 10 minute la 68-72 ^{0}C.

Răcirea produselor la temperaturi mai mici de 35-37 ^{0}C se face sub duşuri cu apă rece timp de 15-30 minute, operaţia fiind necesară pentru a împiedica dezvoltarea unor germeni, zbârcirea sau încreţirea membranelor.

Afumarea rece se realizează la temperatura de 45-48 ^{0}C, produsele fiind supuse unei zvântări timp de cca 10 minute, urmată de afumarea propriu-zisă cu fum rece timp de 20-120 minute, în funcţie de sortiment.

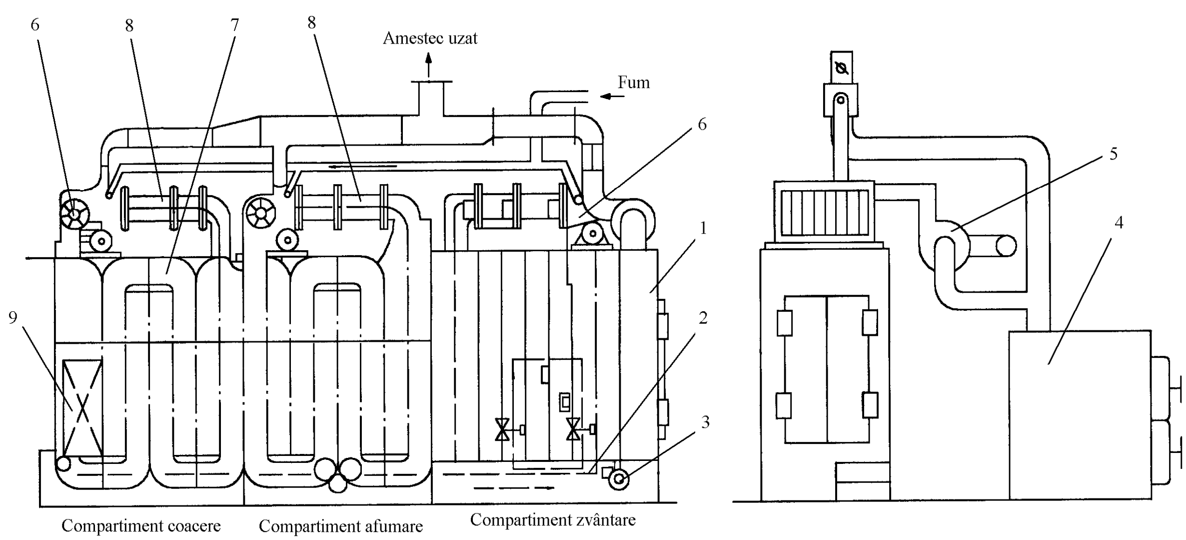


Fig. 3.41. Schema tunelului de afumare tip Petruosek: 1- carcasa metalică cu pereţi dubli: 2- transportor inferior; 3- motor acţionare cu variator de turaţie; 4- generator de fum independent; 5- ventilator refulare fum; 6- ventilator admisie agent de afumare; 7- tăblii ghidare cărucioare cu produse; 8- schimbătoare de căldură cu abur; 9- cărucioare cu rastel pentru produse.

Instalaţia de afumare tip Petruosek (fig. 3.41.) este alcătuită din trei compartimente în care se realizează coacerea, afumarea şi zvântarea produselor, fumul necesar fiind produs într-un generator de fum separat. Capacitatea de lucru este de 550-600 kg/h, durata unui ciclu de lucru fiind de 30-40 minute.

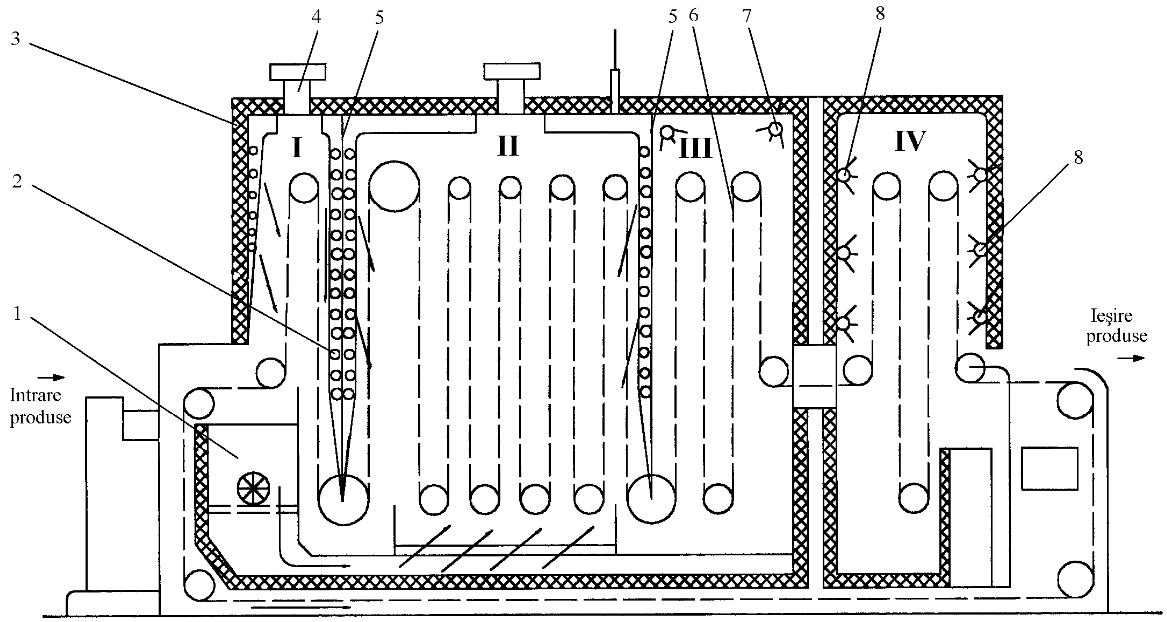


Fig. 3.42. Schema tehnologică a instalaţiei de afumare şi fierbere tip Elenici: 1- generator de fum independent; 2- radiatoare electrice; 3- pereţi metalici dubli cu izolaţie termică; 4- ventilatoare reciclare agent termic uzat; 5- perete separare cameră fierbere; 6- transportor cu lanţ; 7- duze admisie abur; 8- duşuri răcire cu apă pulverizată.

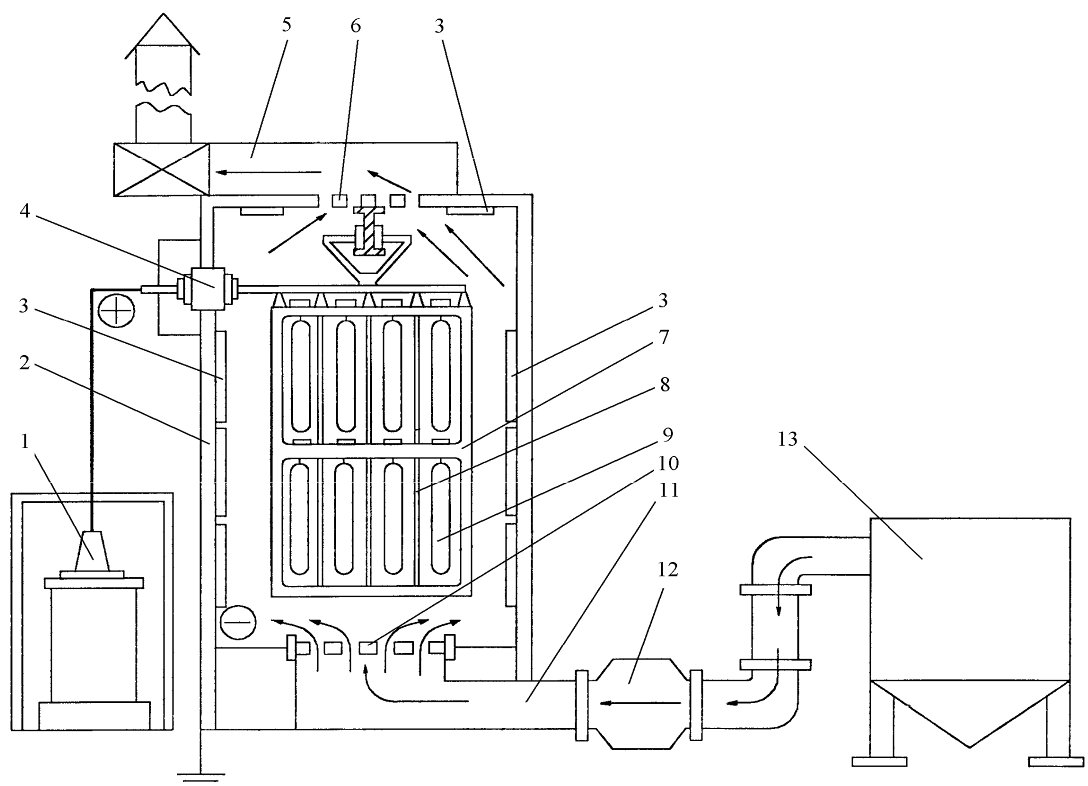


Fig. 3.43. Schema instalaţiei de afumare electrostatică: 1- transformator; 2- celulă afumare; 3- plăci radiaţii infraroşii; 4- regulator electric; 5- conductă evacuare fum; 6- transportor suspendat; 7- ramă suport produse; 9- produse supuse afumării; 10- reţea distribuţie fum; 11- conductă admisie fum; 12- filtru de fum; 13- generator de fum.

Instalaţia de afumare şi fierbere tip Elenici (fig. 3.42.) realizează o productivitate de 800 kg/h, cu afumare de până la 100-120 ^{0}C şi fierbere la 85-90 ^{0}C, presiunea aburului fiind de 0,2 at. Produsele sunt trecute succesiv prin cele patru compartimente unde are loc: preîncălzirea cu aer în compartimentul I, afumarea cu fum în compartimentul II, fierberea cu abur în compartimentul III şi răcirea cu apă pulverizată în compartimentul IV.

Pentru reducerea consumului de fum se poate folosi o instalaţie de afumare electrostatică (fig. 3.43.) în care produsele sunt încărcate electrostatic, iar particulele de fum se depun pe acestea într-un mod uniform, pentru fierberea produselor fiind utilizate plăci care emit radiaţii infraroşii.

Afumarea peștelui se poate face în două variante: la rece și la cald. Peștele afumat la cald are un conținut mai scăzut de sare, carnea este suculentă ca urmare a cantității ridicate de apă, în timp ce peștele afumat la rece este mai sărat, și mai dens ca urmare a scăderii conținutului de apă din produs.

Afumarea la rece se realizează după o schemă tehnologică precum cea din figura 3.44.

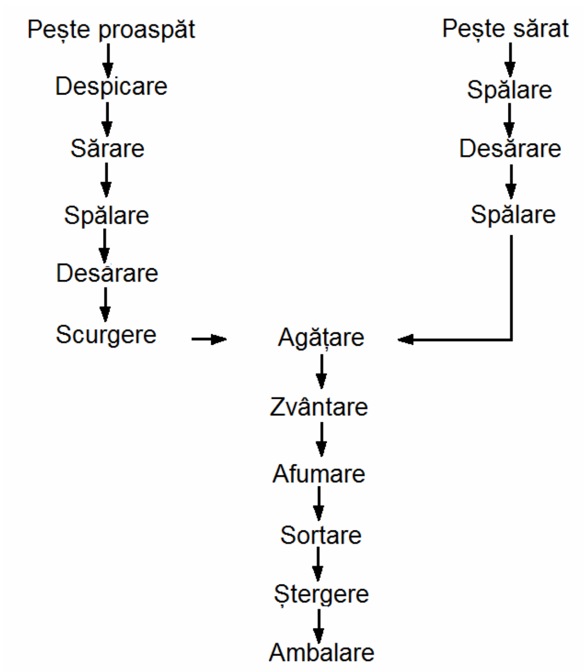


Fig. 3.44. Schema tehnologică de afumare la rece a peștelui

Materia primă o poate constitui atât peștele proaspăt, cât și cel conservat prin sărare.

Peștele mic se afumă întreg, în timp ce peștele mare se despică pe burtă batog pe spate, și mai rar trunchi desfăcut.

Sărarea este o operație pregătitoare și ea se face până la un conținut în sare de 8-12 %, valoare la care el constituie materia primă pentru afumare la rece.

În timpul sărării are loc o pierdere de greutate și acest lucru este compensat de către operația de desărare, când se produce o hidratare a cărnii peștelui. Desărarea se poate face în apă staționară sau în mișcare, în saramură slabă sau mixt.

Durata operației de desărare trebuie să țină cont de mărimea peștelui, gradul de sărare, conținutul în grăsimi al peștelui, temperatura soluției de desărare, modul de spintecare și raportul între pește și soluția de desărare.

Odată astfel pregătit, peștele se agață în mai multe moduri, în funcție de instalația de afumare și mărimea peștilor. Peștele foarte mare se atârnă pe cârlige, peștele mare și mijlociu se înșiră pe sfoară, iar peștele mic se înșiră pe sârmă sau vergele metalice.

După agățare peștele este supus zvântării, în vederea eliminării apei de la suprafața și acest lucru se face cu aer la temperatura de 24-30 ^{0}C și umiditate de 30-60 %.

Operația de bază este afumarea și ea se produce cu fum sub 40 ^{0}C (de regulă la cca 25 ^{0}C) timp de maxim cinci zile. Durata de afumare depinde de specia de pește, mărimea lui, conținutul în apă și grăsimi și este de 48 de ore pentru stavrid și scrumbie, respectiv 40-48 de ore pentru celelalte specii de pește

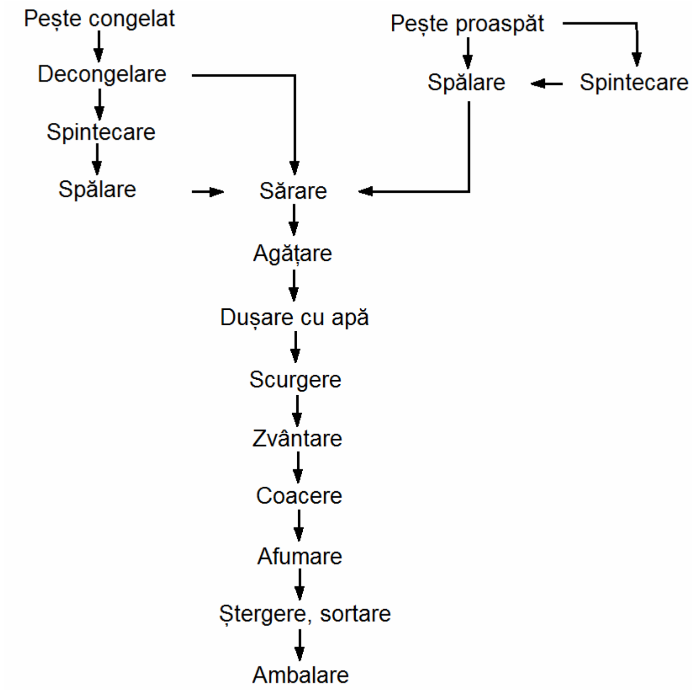


Fig. 3.45. Schema tehnologică de afumare la cald a peștelui

Pentru afumarea la cald (fig. 3.45.) se folosește peștele proaspăt și congelat, peștele oceanic fiind cel mai pretabil la o astfel de metodă de afumare.

Spintecarea este o operație facultativă și ea se practică doar la peștii mari, sub formă de burtă batog, trunchi despicat și mai rar trunchi desfăcut.

Pentru îmbunătățirea gustului se face sărarea peștelui cu saramură, astfel ca în final procentul de sare din pește să fie de 2 %.

Agățarea peștelui se poate realiza prin mai multe metode, în funcție de mărimea peștelui: prin legarea cu ac de lemn, prin coasere a peștelui, prin legarea peștilor mari, prin înșirarea pe vergele a peștilor mici, prin prinderea în cuie sau cârlige a peștilor mari și mijlocii.

După spălarea excesului de sare de la exterior, peștele este supus zvântării cu aer la temperatura de 75-80 ^{0}C, operație care realizează o deshidratare a straturilor exterioare și pregătirea în vederea depunerilor particulelor de fum, precum și la coagularea proteinelor în vederea limitării apei evaporate prin afumare. Abaterea de valorile de temperatură determină fie o deshidratare insuficientă (sub temperatura optimă), fie o răsfierbere a țesuturilor (peste temperatura optimă).

Ca tratament termic se poate aplica coacerea fără afumare, situație în care peștele se poate consuma ca atare sau se face o coacere și o afumare propriu-zisă. La majoritatea speciilor coacerea se face timp de 0,5-1,5 ore cu aer cald la 120-140 ^{0}C. Un caz aparte îl constituie scrumbiile și stavridul, care se coc la temperaturi mai scăzute, cuprinse între 80-100 ^{0}C.

Afumarea se face cu fum cald timp de 1-2,5 ore, la temperaturi de 100-120 ^{0}C la majoritatea speciilor, cu excepția scrumbiei și stavridului la care temperatura de afumare este de 80-100 ^{0}C.

După afumare peștele este supus răcirii pentru a opri acțiunea fumului cald asupra peștelui, dar și pentru a reduce pierderile în greutate ca efect al evaporării apei și se realizează în camere cu aer rece la 10-12 ^{0}C.

După ștergerea de resturile de fum și depunerile de scrum, peștele este sortat și ambalat, durata de păstrare la temperatura de -2...0^{0}C fiind de maxim 72 de ore.

IV. CONSERVAREA ALIMENTELOR PRIN USCARE

4.1. Statica și cinetica uscării

Uscarea este un proces de difuziune prin care, cu ajutorul energiei termice, este îndepărtată apa din materialele solide sau lichide, prin evaporarea umidităţii şi îndepărtarea vaporilor formaţi. În industria alimentară uscarea este folosită şi ca o metodă de conservare a produselor.

Fiind un proces de transfer simultan de căldură şi masă, uscarea este influenţată de factori ce ţin de:

● materialul supus uscării: debit, umiditatea iniţială şi finală, natura şi forma de prezentare, sensibilitatea la temperatură;

● agentul de uscare: temperatură, umiditate relativă, presiune;

● operaţia de uscare: temperatura de uscare, durata uscării, modul cum se realizează uscarea (continuu sau discontinuu).

Un factor important referitor la materialul supus uscării îl constituie modul de legare a umidităţii cu materialul şi care se poate împărţi în trei categorii: legată chimic, legată fizico-chimic şi legată mecanic.

Apa legată chimic este cel mai puternic legată de material şi nu poate fi îndepărtată prin uscare, întrucât duce la distrugerea materialului.

Apa legată fizico-chimic reprezintă apa legată osmotic şi prin adsorbţie fizică.

Apa legată mecanic este apa conţinută în capilarele materialului, în plus faţă de cea legată fizico-chimic şi se datorează forţelor de adeziune la suprafaţa acestuia.

De regulă umiditatea materialului se prezintă sub două forme: liberă şi higroscopică. În primul caz viteza de evaporare a umidităţii libere este determinată de legea evaporării de pe o suprafaţă liberă.

Umiditatea la care presiunea parţială a vaporilor de deasupra materialului uscat devine mai mică decât presiunea vaporilor saturaţi la aceiaşi temperatură, se numeşte umiditate higroscopică. Fiind mult mai strâns legată de material, îndepărtarea acesteia este mai dificilă.

Umiditatea de echilibru este umiditatea la care presiunea vaporilor deasupra materialului va fi egală cu presiunea vaporilor din aer. Materialele pot fi uscate numai până când se atinge umiditatea de echilibru.

Ca agenţi de uscare cel mai frecvent folosiţi în industria alimentară sunt aerul, gazele de ardere, aburul supraîncălzit.

Cel mai bun purtător de căldură în procesul de uscare este aerul umed care, pe de o parte aduce căldura necesară evaporării umidităţii din material, iar pe de altă parte preia şi evacuează umiditatea evaporată.

Statica uscării este cea care stabileşte legătura dintre parametrii iniţiali şi finali ai substanţelor ce intervin în procesul uscării şi care se determină din ecuaţiile bilanţului de materiale şi termic.

Amestecuri de vapori şi gaze. Umiditatea gazului poate fi exprimată în două moduri:

♦ umiditatea absolută (ρ_v), reprezintă masa de vapori de apă dintr-un m^3 de gaz, în kg/m^3;

♦ umiditatea relativă (φ), reprezintă raportul dintre masa vaporilor de apă conţinuţi într-un m^3 de gaz umed şi masa lor maximă (la saturaţie) care poate fi conţinută în acelaşi volum, la aceiaşi presiune totală şi temperatură, ρ_s:

$$\varphi = \frac{\rho_v}{\rho_s} \cdot 100 \tag{4.1.}$$

Pentru aerul umed cu volumul *V*, temperatura *T* şi presiunea barometrică *p*, conform legii lui Dalton se poate scrie:

$$p = p_a + p_v \tag{4.2.}$$

în care: p_a este presiunea parţială a aerului uscat;

p_v – presiunea parţială a vaporilor de apă conţinuţi în aerul umed.

Dacă pentru amestecul de vapori şi gaze se aplică ecuaţia de stare a gazelor ideale, se obţine:

$$\varphi = \frac{p_v R_v T_0}{p_s R_v T_0} = \frac{p_v}{p_s} \tag{4.3.}$$

unde p_s este presiunea de saturaţie a vaporilor de apă.

Conţinutul de umiditate al gazului reprezintă masa vaporilor de lichid raportată la masa gazului uscat:

$$x = \frac{m_v}{m_a} \tag{4.4.}$$

Întrucât componentele ocupă acelaşi volum şi au aceiaşi temperatură, ecuaţiile de stare vor fi:

► pentru 1 kg aer uscat: $p_a V = R_a T_0$;

► pentru *x* kg apă asociată: $p_v V = x \cdot R_v T_0$.

Va rezulta:

$$x = \frac{R_a p_v}{R_v p_a} = 0{,}622 \frac{p_v}{p - p_v} = 0{,}622 \frac{p_s \varphi}{p - p_s \varphi} \tag{4.5.}$$

în care: R_a este constanta gazului ideal pentru aer uscat raportat la un kg;

R_v – constanta gazului ideal pentru vaporii de apă raportat la un kg.

Deoarece φ variază între 0 şi 1 (de la 0 la 100), conţinutul de umiditate va varia între zero şi valoarea maximă corespunzătoare saturaţiei:

$$x_s = 0{,}622 \frac{p_s}{1 - p_s} \tag{4.6.}$$

Când temperatura gazului atinge punctul de fierbere a lichidului (p_s=*p* şi $x = \infty$), evaporarea trece în fierberea lichidului.

Gradul de saturaţie (ψ) este raportul dintre conţinutul de umiditate a aerului *x* şi cantitatea maximă de umezeală care poate exista în aerul umed la saturaţie, la aceiaşi presiune şi temperatură:

$$\psi = \frac{x}{x_s} = \varphi \frac{p - p_s}{p - p_s \varphi} = \varphi \frac{p - p_s}{p - p_v} \tag{4.7.}$$

Se defineşte entalpia gazului umed ca fiind suma entalpiei gazului uscat şi a vaporilor de apă care se găsesc în acesta. În practică se exprimă cantitatea (*1+x*) de aer umed, compus dintr-un kg de aer uscat la care se adaugă *x* kg de vapori de apă ce însoţesc acel kg de aer uscat:

$$i = i_a + i_v x = c_{pa} T + x(r + c_{pv} T) \quad (4.8.)$$

în care: i_a este entalpia unui kg de aer uscat;

i_v – entalpia unui kg de vapori de apă supraîncălziţi la temperatura T;

c_{pa} – căldura specifică a aerului, se consideră constantă şi egală cu 1 kJ/kg·grd;

c_{pv} – căldura specifică a vaporilor; c_{pv}= 2kJ/kg·grd.

Entalpia vaporilor se determină când vaporizarea are loc la 0^0C, când căldura de vaporizare a apei este de 2500 kJ/kg.

Cu specificaţiile de mai sus entalpia aerului umed se determină cu relaţiile:

$$\begin{aligned} i &= T + x(2500 + 2T) \\ i &= (1 + 2x)T + 2500x \end{aligned} \quad (4.9.)$$

Se defineşte temperatura termometrului umed sau temperatura limitei de răcire a corpurilor umede, temperatura la care gazul umed, răcindu-se la o entalpie constantă, devine saturat (*φ=1*).

Diagrama de stare a aerului umed. Deoarece aerul umed este caracterizat prin trei variabile independente (presiune, temperatură şi conţinut în umiditate), prin eliminarea uneia dintre acestea (*p=const.*) se poate trasa o diagramă de stare.

Diagrama Mollier (*i-x*) sau diagrama de stare a aerului umed reprezintă variaţia entalpiei în funcţie de umiditatea *x*, de temperatură şi umiditatea relativă. Construcţia diagramei este prezentată în figura 4.1.

Pe axa *Ox* se notează valorile conţinutului de umiditate *x*. Liniile de umiditate constantă vor fi perpendiculare ce trec prin punctele de pe abscisă. Se duce perpendiculara *AD* şi pe aceasta se ia lungimea *AB=2500x*. Se duce dreapta *OB* din origine. Se fixează punctul *C* la distanţa *2Tx* şi se duce dreapta *OC*, astfel că între *OC* şi *OB* să fie reprezentat termenul *(2500+2T)x*.

Pe perpendiculara *AD* se fixează mărimea *T*, în care T=10, 20, 30, ... ^{0}C şi dacă se duc paralele la *OC* se obţin izotermele care se intersectează cu abscisa în zona negativă. Izotermele sunt linii oblice cu panta *2T*.

Lungimea BD reprezintă entalpia aerului umed la temperatura izotermei care trece prin punctul D, la un conţinut de umiditate corespunzător abscisei *x* a punctului D. Întrucât entalpia vaporilor de apă creşte cu temperatura, panta izotermelor se măreşte şi ea cu temperatura.

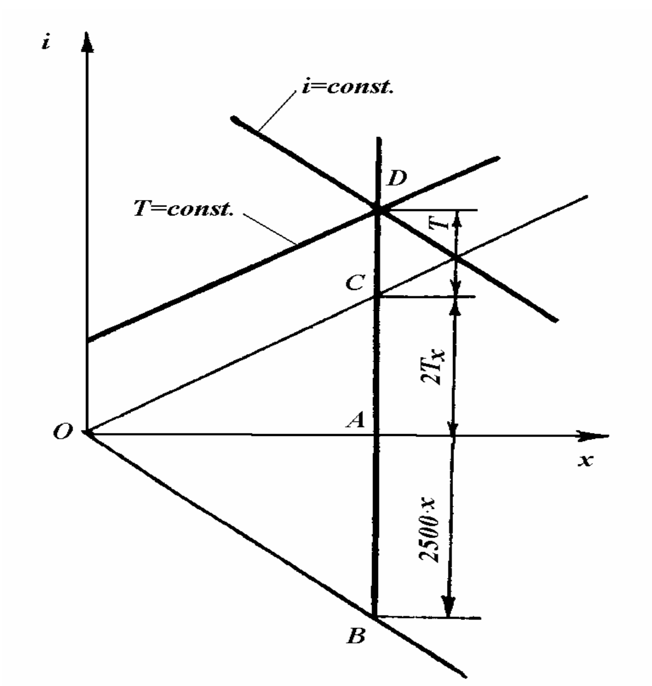


Fig. 4.1. Construcţia diagramei i-x

Liniile de entalpie constantă sunt drepte echidistante, paralele cu dreapta *OB*. Pe diagrama i-x se trasează şi curbele umidităţii relative constante, astfel că se obține

diagrama aerului umed (fig. 4.2.).

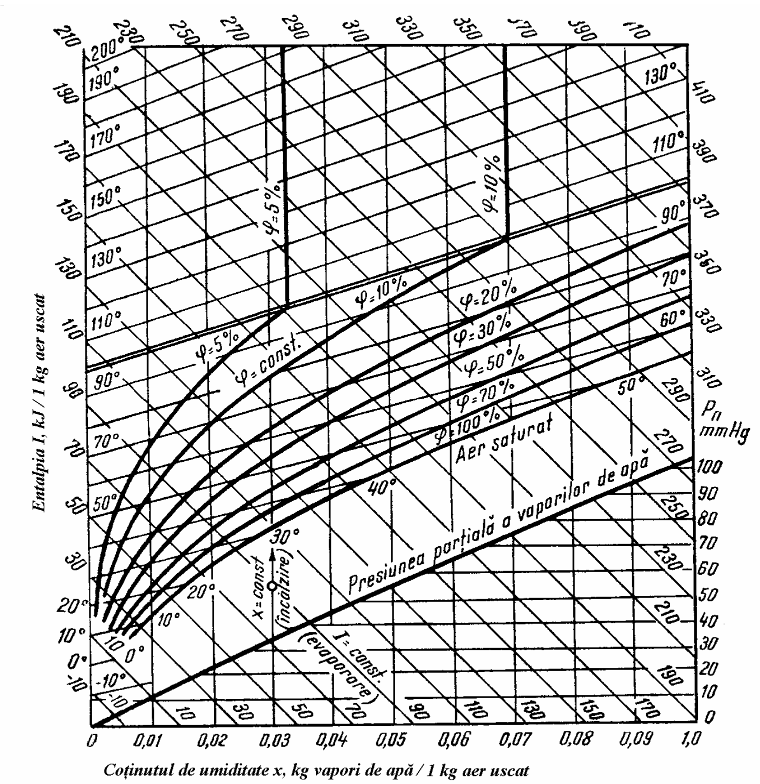


Fig. 4.2. Diagrama i-x a aerului umed

Diagrama *i-x* este utilizată şi la determinarea temperaturii de rouă (T_r) şi a temperaturii termometrului umed (T_{um}).

Din punctul *A* ce defineşte starea aerului umed în diagramă (fig. 4.3.) se coboară pe linia *x=const.* şi se duce linia *i=const.*, la intersecţia cu curba de saturaţie (*φ=100*) se citesc izotermele ce trec prin acele puncte. Acestea reprezintă temperatura de rouă, respectiv temperatura termometrului umed.

Bilanţul de materiale al uscătorului cu aer. Bilanţul de materiale permite determinarea cantităţii de apă evaporată şi a consumului de aer necesar pentru uscare. Pentru aceasta trebuie cunoscute umiditatea iniţială şi finală a materialului supus uscării, cantitatea de material ce trebuie uscată, respectiv conţinutul în umiditate a aerului.

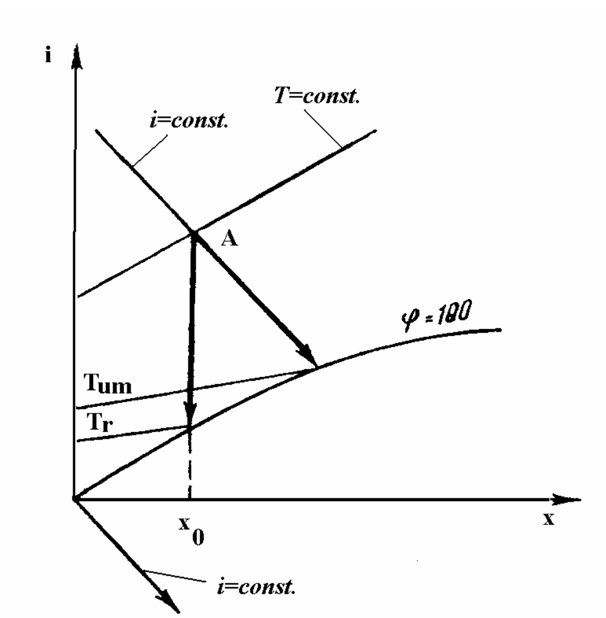


Fig. 4.3. Determinarea grafică a temperaturii de rouă şi a temperaturii termometrului umed

Umiditatea materialului poate fi exprimată procentual raportată la cantitatea totală (C_m) sau raportată doar la substanţa uscată, prima variantă fiind utilizată cu precădere în calculele practice.

Bilanţul total de materiale la uscare se scrie sub forma:

$$M_{mi} = W + M_{mf} \tag{4.10.}$$

în care: *W* reprezintă cantitatea de apă evaporată iar indicii *i* şi *f* fac referire la intrare, respectiv ieşire.

Bilanţul parţial pentru substanţă uscată are forma:

$$M_{mi}(100 - C_{mi}) = M_{mf}(100 - C_{mf}) \tag{4.11.}$$

Din relaţiile de mai sus se obţin cantitatea de apă evaporată şi cantitatea de material uscat:

$$W = M_{mi}\frac{C_{mi} - C_{mf}}{100 - C_{mf}}; M_{mf} = M_{mi}\frac{100 - C_{mi}}{100 - C_{mf}} \tag{4.12.}$$

Necesarul sau consumul de aer pentru uscare se obţine din bilanţul umidităţii la intrarea şi ieşirea din uscător:

$$M_{mi}\frac{C_{mi}}{100} + M_{ma}x_1 = M_{mf}\frac{C_{mf}}{100} + M_{ma}x_2 \tag{4.13.}$$

unde*:* M_{ma} este debitul de aer;

x_1 – conţinutul în umiditate a aerului la intrare;

x_2 – conţinutul în umiditate a aerului la ieşire.

Înlocuind pe M_{mf} cu M_{mi} din relaţia (4.12.) se obţine pentru debitul de aer relaţia:

$$M_{ma} = \frac{M_{mi}\frac{C_{mi} - C_{mf}}{100 - C_{mf}}}{x_2 - x_1} = \frac{W}{x_2 - x_1} \tag{4.14.}$$

Consumul specific de aer reprezintă cantitatea de aer necesară pentru îndepărtarea unui kilogram de umiditate:

$$m = \frac{M_{ma}}{W} = \frac{1}{x_2 - x_1} \tag{4.15.}$$

Pentru îndepărtarea umidităţii dintr-un material se consumă o mare cantitate de căldură. La întocmirea bilanţului termic se scrie egalitatea dintre căldurile intrate, respectiv cele ieşite din sistem, plecându-se de la schema de principiu din figura 4.4. Aici materialul circulă în contracurant cu aerul reducându-şi umiditatea de la C_{mi} la C_{mf}.

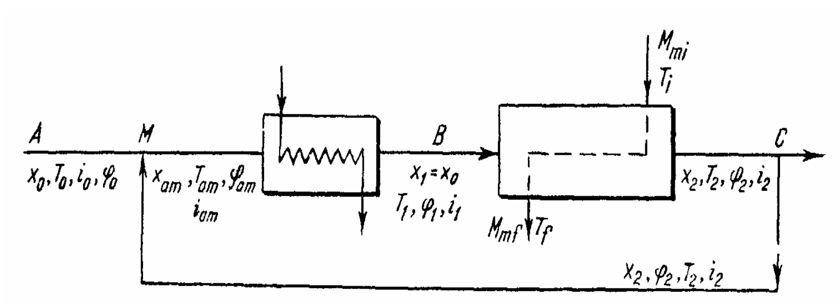


Fig. 4.4. Schema de calcul a bilanţului termic

În sistem intră căldurile:

► căldura introdusă de materialul umed Q_{Mi} sub două forme: căldura adusă de materialul uscat şi căldura adusă de umiditatea eliminată din material;

► căldura adusă de aerul necesar uscării Q_{ai};

► căldura adusă cu dispozitivul de transport Q_{ti};

► căldura dată de aerul din bateria de încălzire Q_{sb};

►căldura introdusă de un calorifer dispus în uscător Q_{ss};

Din sistem ies căldurile:

♦ căldura ieşită cu materialul uscat Q_{Mf};
♦ căldura ieşită cu aerul Q_{af};
♦ căldura scoasă de dispozitivul de transport Q_{tf};
♦ căldura pierdută în mediul înconjurător Q_{sp}.

Se obţine pentru bilanţul termic egalitatea:

$$Q_{Mi} + Q_{ai} + Q_{ti} + Q_{sb} + Q_{ss} = Q_{Mf} + Q_{af} + Q_{tf} + Q_{sp} \quad (4.16.)$$

Înlocuind fiecare termen cu expresiile lor se obţine:

$$\begin{aligned}&(M_{mi}c_{pf}T_i + W \cdot c_{pa}T_i) + M_{ma}i_0 + M_t c_{pt}T_{ti} + Q_{sb} + Q_{ss} = \\ &= M_{mf}c_{pf}T_f + M_{ma}i_2 + M_t c_{pt}T_f + Q_{sp}\end{aligned} \quad (4.17.)$$

în care: M_t este masa mijlocului de transport;

c_{pa}, c_{pf}, c_{pt} – căldurile specifice pentru apă, material uscat şi mijloc de transport;

T_t – temperatura mijlocului de transport.

Cantitatea de căldură necesară a fi introdusă în sistem, în timpul operaţiei de uscare va fi:

$$\begin{aligned}&Q_s = Q_{sb} + Q_{ss} = M_{mf}c_{pf}(T_f - T_i) + M_{ma}(i_2 - i_0) + M_t c_{pt}(T_{tf} - T_{ti}) + \\ &+ Q_{sp} - Wc_{pa}T_i\end{aligned} \quad (4.18.)$$

Consumul specific de căldură necesar pentru evaporarea unui kg de umiditate se obţine împărţind relaţia de mai sus cu W:

$$q_s = q_{sb} + q_{ss} = m(i_2 - i_0) + q_t + q_{sp} - c_{pa}T_i \quad (4.19.)$$

Consumul specific în bateria de încălzire este:

$$q_{sb} = m(i_1 - i_0) = \frac{i_1 - i_0}{x_2 - x_0} \quad (4.20.)$$

Cu indicele 0 se notează parametrii aerului la intrarea în bateria de încălzire, cu 1 parametrii aerului la intrarea în uscător şi cu 2 la ieşirea din uscător.

Înlocuind pe q_{ss} se ajunge la forma:

$$\frac{i_2 - i_i}{x_2 - x_0} = q_{ss} + c_{pc}T_i - q_m - q_t - q_{sp} = \Delta \quad (4.21.)$$

Termenul notat cu Δ reprezintă surplusul de căldură introdus în uscător, toate căldurile fiind raportate la un kg de apă evaporată. Întrucât $x_2 > x_1$ semnul lui Δ este dat de diferenţa i_2-i_1.

Dacă $\Delta=0$ ($i_1=i_2$) uscarea are loc fără variaţia entalpiei aerului în uscător, iar uscătorul se numeşte ideal. Când $\Delta \neq 0$ uscătorul este real şi cel mai frecvent întâlnit este cazul când $i_2 < i_1$, adică suplimentul de căldură adus de calorifer este mai mic decât consumul de căldură din uscător.

Cinetica stabileşte legătura dintre variaţiile umidităţii materialului supus uscării şi parametrii procesului, servind la determinarea duratei şi a regimului de uscare.

Se defineşte viteza de uscare ca fiind cantitatea de umiditate îndepărtată de pe unitatea de suprafaţă în unitatea de timp:

$$w = \frac{dW}{A \cdot dt} \quad (4.22.)$$

Întrucât ecuaţiile teoretice care definesc viteza de uscare, în raport cu condiţiile iniţiale şi finale ale produsului, sunt complicate şi greu de aplicat, se folosesc datele experimentale transpuse în condiţii industriale şi ecuaţiile deduse pe modele fizice.

Prin integrarea ecuaţiei de mai sus se poate obţine durata de uscare:

$$t = \int \frac{dW}{A \cdot w} \qquad (4.23.)$$

Dacă se exprimă umiditatea ce trebuie eliminată în funcţie de cantitatea de substanţă complet uscată M_{usc}, din materialul supus uscării, umiditatea iniţială C_{mi} , respectiv finală C_{mf} şi se integrează, se obţine:

$$t = \frac{M_{usc}\left(C_{mi} - C_{mf}\right)}{A \cdot w} \qquad (4.24.)$$

Un asemenea mod de integrare este valabil doar atunci când viteza de uscare este constantă.

Uscarea materialelor este caracterizată prin curba de uscare, ca reprezentare grafică a variaţiei umidităţii materialelor cu timpul, respectiv curba vitezei de uscare, ca reprezentarea grafică a variaţiei vitezei de uscare cu umiditatea.

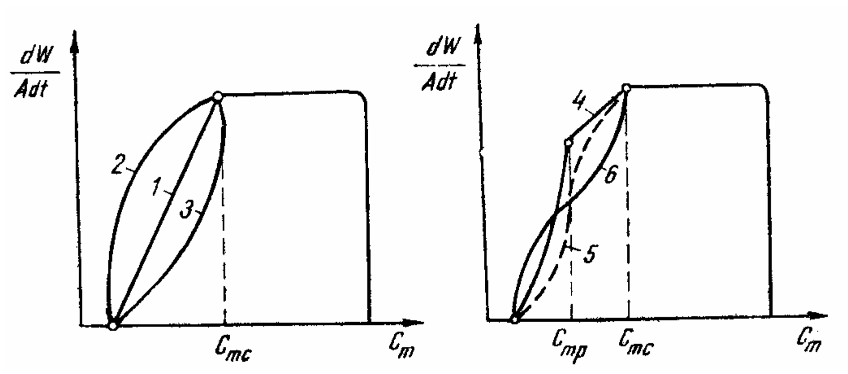


Fig. 4.5. Forma curbelor tipice pentru uscarea materialelor

Procesul de uscare, după forma curbelor, are două perioade: una cu viteză de uscare constantă şi a doua cu viteză de uscare descrescătoare. La unele materiale perioada descrescătoare se împarte şi ea în două zone distincte, numite prima şi a doua perioadă de scădere a vitezei de uscare.

Din datele experimentale, majoritatea materialelor se pot încadra în una din cele şase tipuri de curbe de uscare (fig. 4.5.), în funcţie de modul cum este legată umiditatea cu materialul supus uscării.

Metodele de uscare se pot clasifica după mai multe criterii, cele mai importante dintre acestea fiind prezentate mai jos:

► după modul de transmitere a căldurii în vederea eliminării umidităţii:

■ uscare convectivă: căldura se transmite prin convecţie de la aer sau alte gaze la materialul supus uscării;

■ uscare conductivă: căldura se transmite prin conducţie, prin intermediul unei suprafeţe de transfer termic;

■ uscare radiantă: căldura se transmite prin radiaţie;

■ uscare dielectrică: încălzirea dielectrică a materialului în câmp de curenţi de înaltă frecvenţă CIF;

■ metode combinate:

- uscare convectiv-radiantă;
- uscare conductiv-radiantă;
- uscare convectiv-dielectrică;

► după presiunea de lucru la care se realizează uscarea;

● uscare la presiune atmosferică sau apropiată de aceasta: este metoda cea mai des întâlnită în practică;

● uscare sub depresiune: metoda se recomandă la produsele termosensibile şi cuprinde uscarea prin sublimare şi uscarea moleculară;

► după tehnica utilizată la uscare:

- uscare convectivă: convectivă convenţională, în pat fluidizant, pneumatică (în suspensie), prin pulverizare, cu pompe de căldură;
- uscare conductivă şi radiant conductivă: conductivă şi prin sublimare;
- uscare prin procedee speciale: în câmp sonor, în câmp de CIF.

Uscătoarele utilizate în industria alimentară pot fi clasificate după mai multe criterii: după caracterul funcţionării (uscătoare cu funcţionare discontinuă sau continuă), după presiunea de lucru (uscătoare la presiunea atmosferică sau sub depresiune), după tipul de aport de căldură (uscătoare convective, conductive, prin radiaţie, dielectrice, etc.) sau după tipul constructiv (tip cameră, tunel, bandă, coloană, pneumatice, prin pulverizare, prin fluidizare, etc.).

4.2. Conservarea prin uscare şi deshidratare a legumelor şi fructelor

Uscarea sau deshidratarea este procedeul tehnologic prin care, din legumele şi fructele considerate ca materie primă, se îndepărtează o anumită cantitate de apă cu ajutorul căldurii, în urma căreia se realizează atât o stare fizico-chimică propice menţinerii valorilor lor nutritive, cât şi condiţii defavorabile activităţii microorganismelor Dacă la eliminarea apei se foloseşte energia solară avem de a face cu un proces de uscare, iar dacă pentru obţinerea energiei termice se foloseşte un combustibil sau altă sursă de energie, procesul se numeşte deshidratare.

Mişcarea apei în materia primă supusă deshidratării este condiţionată de formele în care se găseşte în produse (apă liberă, apă legată coloidal şi apă legată chimic). Pe parcursul procesului, eliminarea apei din produse se realizează prin difuzie care poate fi: <u>externă</u> (se datoreşte evaporării apei de pe suprafaţa produsului) şi <u>internă</u> (reprezintă fenomenul de deplasare a apei din interiorul produsului către suprafaţă).

În procesul de deshidratare o importanţă deosebită o are raportul dintre difuzia internă şi cea externă. O viteză de difuzie externă mare şi una de difuzie internă mică determină uscarea suprafeţei produsului, provocând apariţia fenomenului de scorojire. Aceasta va îngreuna desfăşurarea în continuare a procesului, provocând în anumite condiţii rupturi la suprafaţa produsului, cu pierderi importante de suc celular.

Procesul de deshidratare se desfăşoară în trei faze succesive (fig. 4.6) astfel:

- etapa I corespunzătoare curbei 1-2; produsul se încălzeşte şi doar o parte din căldură este folosită la evaporarea apei;

- etapa a II-a corespunzătoare curbei 2-3; viteza de deshidratare este constantă, având loc eliminarea apei din produs; etapa durează până când nu se mai produce difuzia internă;

- etapa III-a corespunzătoare curbei 3-5; pe zona 3-4 se elimină o parte din apa coloidală, iar pe zona 4-5 se elimină o parte din apa de absorbţie.

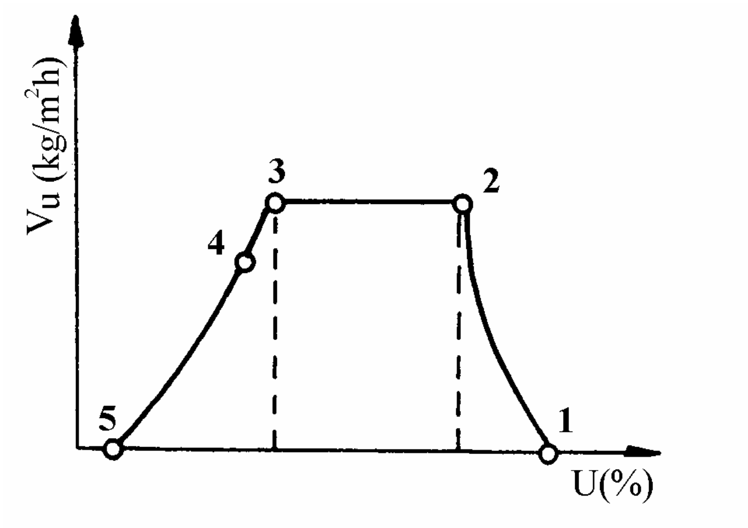


Fig. 4.6. Variaţia umidităţii produsului în funcţie de viteza de deshidratare

Viteza de deshidratare este cu atât mai mare cu cât temperatura este mai ridicată, rezistenţa la difuziune şi grosimea produsului sunt mai mici, raportul dintre suprafaţa produsului şi conţinutul său de apă este mai mare şi viteza de mişcare a aerului cald este mai mare.

Umiditatea relativă a aerului are o influenţă considerabilă asupra vitezei de deshidratare. Creşterea umidităţii relative a aerului reduce capacitatea acestuia de a absorbi vaporii de apă din produs, încetinind evaporarea, în timp ce o umiditate relativă scăzută determină o eliminare forţată a apei din produs, cu rupturi ale membranelor celulare.

Randamentul teoretic al procesului de deshidratare se stabileşte cu relaţia:

$$\eta_t = \frac{100 - a_i}{100 - a_f} \cdot 100\% \qquad (4.25)$$

în care a_i, a_f sunt conţinuturile iniţial şi final de apă ale produsului.

Schema tehnologică a procesului de deshidratare a legumelor şi fructelor cuprinde mai multe operaţii (fig. 4.7).

Materiile prime, corespunzătoare din punct de vedere calitativ, se păstrează o perioadă de timp urmărindu-se definitivarea maturării sau menţinerea calităţilor, prin asigurarea condiţiilor de temperatură şi umiditate cerute de produse.

Supuse unor operaţii de sortare, calibrare, spălare, materiile prime sunt prelucrate astfel încât să fie eliminate părţile anatomice necomestibile şi cele care împiedică eliminarea apei.

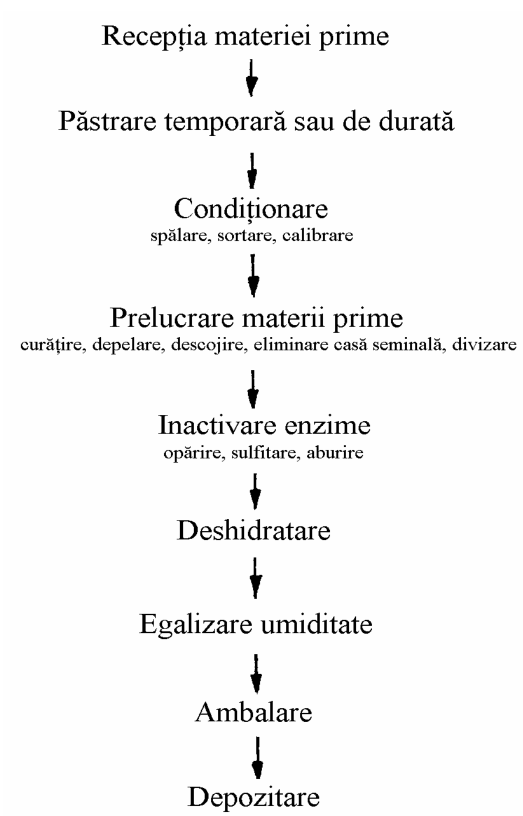


Fig. 4.7. Schema tehnologică a procesului de deshidratare a legumelor şi fructelor

Opărirea şi sulfitarea sunt tratamente care se aplică atât legumelor şi fructelor întregi, cât şi celor secţionate, prin aceasta urmărindu-se reducerea activităţii microorganismelor şi a proceselor de oxidare care afectează negativ calitatea lor.

Operaţia de bază, deshidratarea, se poate realiza folosind mai multe metode şi anume:

- *deshidratarea în vid*: apa este evaporată la temperatura de 45 ^{0}C, procedeul fiind utilizat la produsele vegetale sensibile la căldură;
- *deshidratarea prin sublimare*: se aplică la produsele vegetale congelate în absenţa oxigenului, condiţii care nu permit desfăşurarea reacţiilor de oxidare;
- *dehidrocongelarea*: se realizează, într-o primă fază, deshidratarea parţială a produsului până la o umiditate de cca 50 % , după care sunt congelate;
- *dehidroconservarea*: în prima fază produsele vegetale sunt deshidratate până la jumătate din greutatea lor, în faza a doua acestea sunt introduse în ambalaje ermetice şi supuse procesului de sterilizare;
- *deshidratarea cu radiaţii infraroşii*: produsele vegetale sunt încălzite, prin conducţie sau convecţie, cu radiaţia pe care o emite un corp cald de la suprafaţa sa, în mediul în care se produce deshidratarea;
- *deshidratarea în strat de spumă*: este o metodă aplicată la produsele sub formă de paste în care se introduce un stabilizator, spuma astfel obţinută se deshidratează şi prin măcinare rezultă o pulbere cu capacitate de rehidratare mare;
- *deshidratarea prin pulverizare*: se aplică în special la produsele sub formă de paste şi lichide, constând în reducerea aproape instantanee a umidităţii până la 6 %, urmată de măcinare, cernere şi ambalare a produsului obţinut.

Legumele şi fructele deshidratate sunt păstrate în ambalaje speciale, caracteristice fiecărui produs, în spaţii bine aerate, la temperatura de 15-18 ^{0}C şi umiditatea relativă a aerului de 70-75 %.

În tabelele 4.1. şi 4.2. sunt prezentate limitele de variaţie ale celor mai importante componente din S.U. în grame raportate la 100 g substanţă deshidratată, pentru principalele specii de legume şi fructe.

Tabelul 4.1. *Limitele de variaţie a componentelor din S.U. la unele specii de legume*

Specia	zahăr total, g	protide, g	amidon, g	cenuşă, g	alcalinitate cenuşă, ml NaOH n/10
Cartofi	0,50-4,16	2,06-2,38	15,1-23,1	0,94-1,14	5,26-6,30
Ceapă	5,52-10,5	1,3-1,59	0,35-1,59	0,49-0,60	3,29-3,37
Morcovi	6,85-8,70	0,99-2,20	1,32-1,40	1,23-1,25	2,04-2,28
Roşii	2,17-3,98	0,90-1,03	0,10-0,46	0,42-0,53	1,61-1,73
Varză	1,49-5,57	1,17-1,36	0,74-4,20	0,64-0,78	2,13-2,23

Produsele deshidratate se deosebesc de materia primă prin concentraţia substanţei uscate (determină scăderea volumului, creşterea masei volumetrice, creşterea valorii energo-plastice), modificarea raportului între principalele elemente componente ale substanţei uscate, scăderea cantitativă a unora, creşterea altora, dispariţia parţială sau totală a unor componente şi apariţia altora.

Tabelul 4.2. *Limitele de variaţie a componentelor din S.U. la unele specii de fructe*

Specia	zahăr total, g	aciditate totală în acid malic, g	protide, g	cenuşă, g	alcalinitate cenuşă, ml NaOH n/10
Caise	8,40-13,66	0,56-1,67	0,73-1,34	0,28-0,83	3,6-9,88
Mere	7,98-14,90	0,16-1,14	0,18-0,64	0,10-0,37	1,26-5,63
Pere	9,26-14,15	0,10-0,54	0,24-0,58	0,14-0,50	1,70-4,69
Piersici	5,35-11,36	0,28-1,23	0,39-1,20	0,30-0,65	3,26-6,67
Prune	9,97-14,15	0,33-1,90	0,24-0,98	0,25-0,59	3,21-8,53

În timpul păstrării produselor deshidratate pot să apară următoare modificări importante:

- decolorarea: desverzire (spanac, verdeţuri, fasole păstăi, mazăre boabe), brunificare (mere, pere, caise, gutui, piersici, cartofi), îngălbenire (ceapă, varză, pătrunjel rădăcină, păstârnac, ţelină), alb-rozare (ceapă, varză);
- zaharisire, mai ales la fructe întregi şi tăiate.

4.3. Conservarea prin uscare a produselor lactate

Produsele lactate uscate se prezintă sub formă de pulbere a căror consistenţă este asigurată prin eliminarea a circa 95 % din apa pe care o conţin, principala problemă a acestor produse constând în păstrarea nealterată a caracteristicilor materiei prime, astfel că prin dizolvarea lor în apă să se poată reconstitui cât mai exact materia primă.

Din această categorie de conserve fac parte laptele praf integral, laptele praf smântânit sau degresat în diverse proporţii, laptele praf acidulat cu acid lactic, laptele praf acidificat pe cale fermentativă, la care se mai adaugă zerul şi zara sub formă de praf. Ca urmare a conservabilităţii ridicate şi a posibilităţii de obţinere a unor compoziţii constante, produsele uscate şi-au găsit o largă utilizare în obţinerea unor sortimente folosite în alimentaţia copiilor, precum şi în industria produselor de patiserie şi cofetărie.

Laptele praf integral sau smântânit se obţine după o schemă tehnologică precum cea din figura 4.8, principalele faze tehnologice fiind tratarea preliminară a laptelui, concentrarea şi uscarea acestuia. Compoziţia chimică medie a laptelui praf este prezentată în tabelul 4.3.

Materia primă folosită trebuie să corespundă din punct de vedere calitativ normelor impuse ca şi în cazul laptelui concentrat. După ce este trecut prin curăţitorul centrifugal, laptele este supus normalizării în vederea obţinerii unui produs finit cu o compoziţie dorită. Se recomandă ca laptele utilizat la fabricarea produselor uscate să fie omogenizat, realizându-se astfel o creştere a digestibilităţii şi conservabilităţii, pe baza reducerii proceselor de oxidare a grăsimii din lapte.

Pasteurizarea laptelui este necesară la obţinerea de lapte praf, deoarece metodele de uscare nu asigură distrugerea completă a unor germeni patogeni. Astfel, în practică se alege temperatura de pasteurizare de peste 80 ^{0}C la laptele smântânit şi peste 85-90 ^{0}C în cazul laptelui integral sau normalizat.

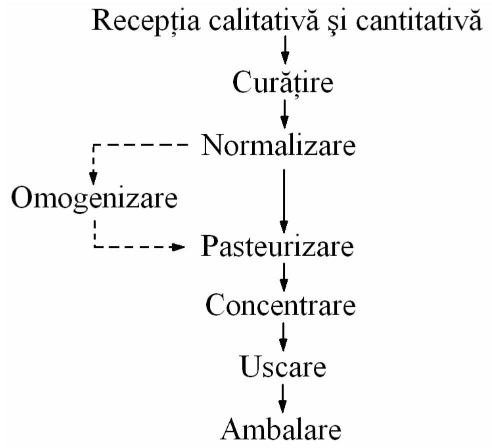


Fig. 4.8. Schema tehnologică de fabricare a laptelui praf

Concentrarea laptelui înainte de uscare este necesară deoarece se reduce considerabil durata procesului de lucru şi măreşte randamentul instalaţiei de uscare, iar datorită concentrării produsul finit are un grad mic de afânare, uşurând ambalarea. La obţinerea produselor uscate gradul de concentrare este mai mare decât la produsele lactate concentrate, fiind de 47-48 % S.U.

Uscarea laptelui asigură eliminarea apei prin două procedee: uscarea în peliculă şi uscarea prin pulverizare.

Procedeul de uscare a laptelui în peliculă sau pe valţuri, presupune antrenarea laptelui concentrat sub formă de peliculă pe suprafaţa unor cilindri care se rotesc şi a căror temperatură este de 140-150 ^{0}C, un timp de 2-3 secunde. Răspândit uniform pe suprafaţa valţurilor, pelicula de lapte, preîncălzită la circa 70 ^{0}C, elimină rapid apa astfel că laptele nu atinge efectiv temperatura valţurilor. Pelicula uscată formată la suprafaţa valţurilor este desprinsă cu ajutorul unor cuţite de raclare şi trimisă către măcinare la morile cu ciocane. Încălzirea valţurilor se face la interior cu abur, acestea având o turaţie de lucru de 15-20 rot/min, astfel ca timpul de contact al peliculei cu suprafaţa lor să fie cel specificat.

Tabelul 4.3. *Compoziţia chimică medie a laptelui praf, în %*

Componentul	Lapte praf integral	Lapte praf smântânit
Apă	4	5
Substanţă uscată	96	95
Grăsimi	25	0,3-0,9
Lactoză	35-39	45-51
Proteine	26-30	34-39
Săruri minerale	6-7	6-9
pH lapte reconstituit	6,5	6,5

Calitatea lucrului este influenţată de gradul de concentrare a laptelui, de menţinerea constantă a temperaturii valţurilor, de asigurarea unei pelicule de lapte uniform repartizată pe suprafaţa de lucru, de evacuarea apei evaporate şi a aerului umed din incinta de lucru, nerealizarea acestor condiţii determinând o supraîncălzire a laptelui şi creşterea riscului de ardere a acestuia, cu efecte nefavorabile asupra calităţii şi însuşirilor organoleptice

Procedeul de uscare a laptelui prin pulverizare sau atomizare constă în pulverizarea fină, sub formă de ceaţă de vapori a laptelui concentrat, într-o incintă sau cameră de uscare în care se introduce aer cald.

În practică sunt foarte multe variante de camere de uscare, atât ca formă constructivă, cât şi din punctul de vedere al sistemului de circulaţie a aerului cald şi a laptelui concentrat (fig. 4.9). Pentru oricare dintre aceste soluţii, laptele este pulverizat în incinta camerei, pentru aceasta fiind utilizate dispozitive de pulverizare, şi care pot fi:

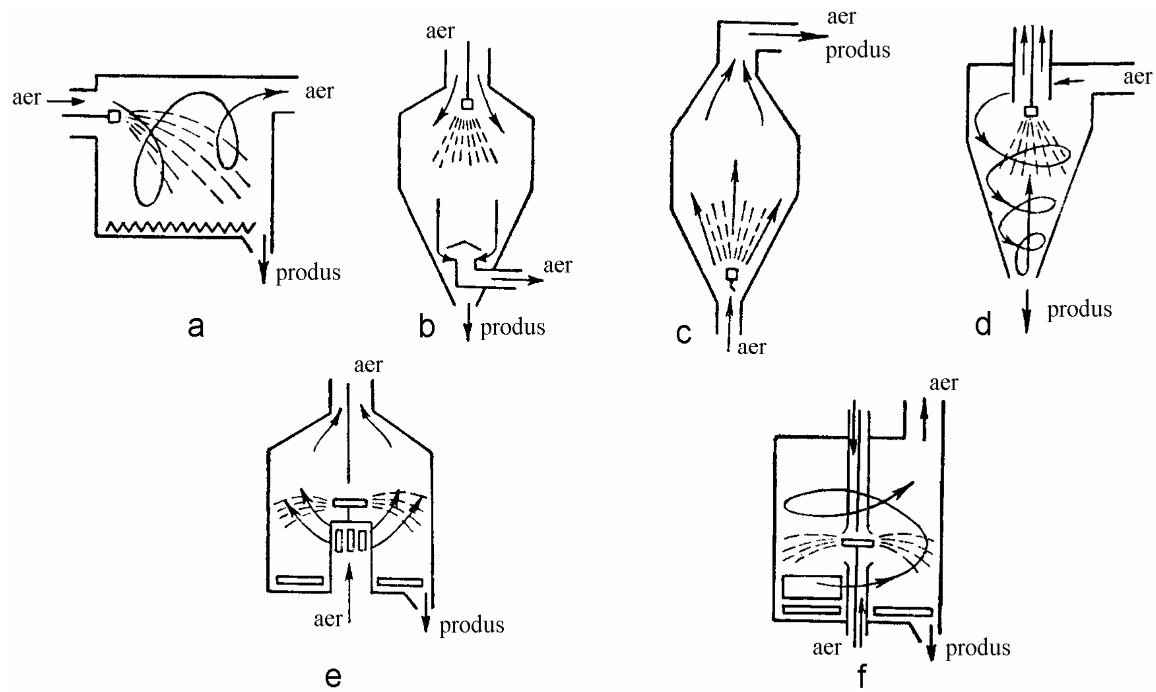


Fig. 4.9. Sisteme de circulaţie a aerului şi laptelui în camerele de uscare: a- în echicurent orizontal; b- în echicurent vertical de sus în jos; c- în echicurent vertical de jos în sus; d- în curent mixt elicoidal; e- în contracurent; f- în contracurent mixt circular.

● dispozitiv de pulverizare cu injector: laptele concentrat este trimis sub o presiune cuprinsă între 140-210 bari, printr-un orificiu cu diametrul de 0,10-0,125 mm, fiind pulverizat fin; au dezavantajul că duzele au tendinţa de înfundare, precum şi de deformare a jetului ca urmare a uzurii în timp a orificiilor;

● dispozitive de pulverizare pneumatice: laptele concentrat este trimis sub formă de jet sub presiune printr-un orificiu, pulverizarea fiind accentuată de către jeturi de aer comprimat care dispersează în particule foarte fine;

● dispozitive de pulverizare centrifugale: laptele concentrat este introdus la presiune normală într-un cap de pulverizare prevăzut cu orificii şi care se roteşte cu turaţii ce variază între 6000-20000 rot/min; dimensiunea picăturilor depinde de viteza de rotaţie şi, comparativ cu primele două dispozitive, particulele de lapte praf rezultate sunt mai mari.

În figura 4.10 este prezentată schema instalaţiei de uscare a laptelui ANHYDRO, iar în figura 4.11. instalaţia Niro-Atomiser. Temperatura ridicată a aerului cald şi suprafaţa de schimb de căldură mare dintre particulele de lapte şi aer, determină uscarea instantanee a laptelui, cu avantajul că, datorită evaporării foarte rapide a apei, picăturile de lapte ating o temperatură de 62-65 ^{0}C, iar timpul de contact cu agentul de încălzire este foarte scurt.

Praful de lapte obţinut la uscarea prin pulverizare este calitativ superior, sub aspectul solubilităţii, celui uscat pe valţuri, având un grad de solubilitate de peste 99 %, faţă de 80-85 %, în schimb laptele praf obţinut prin uscarea sub formă de peliculă are un conţinut de germeni (mai ales forme sporulate) mai scăzut decât la cel obţinut prin pulverizare şi datorită modificărilor pe care le suferă grăsimile şi proteinele sub acţiunea căldurii la contactul cu valţurile, o digestibilitate superioară.

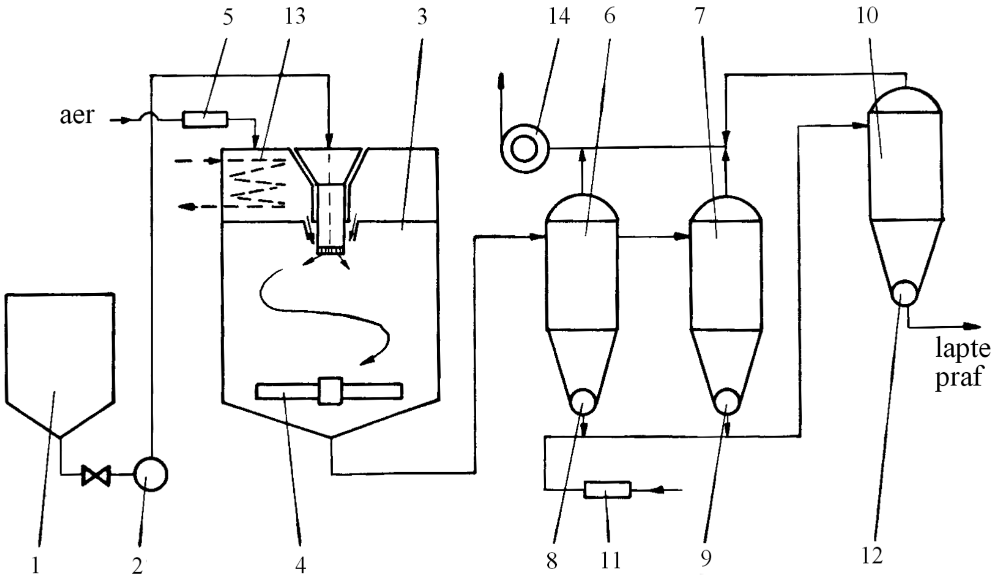


Fig. 4.10. Schema instalaţiei de uscare a laptelui tip ANHYDRO: 1- rezervor lapte; 2- pompă; 3- turn de uscare; 4- paletă evacuare pulbere; 5,11- filtru aer; 6,7- ciclon; 8,9,12- ecluză; 10- ciclon separare finală; 13- încălzitor aer; 14- ventilator aer uzat

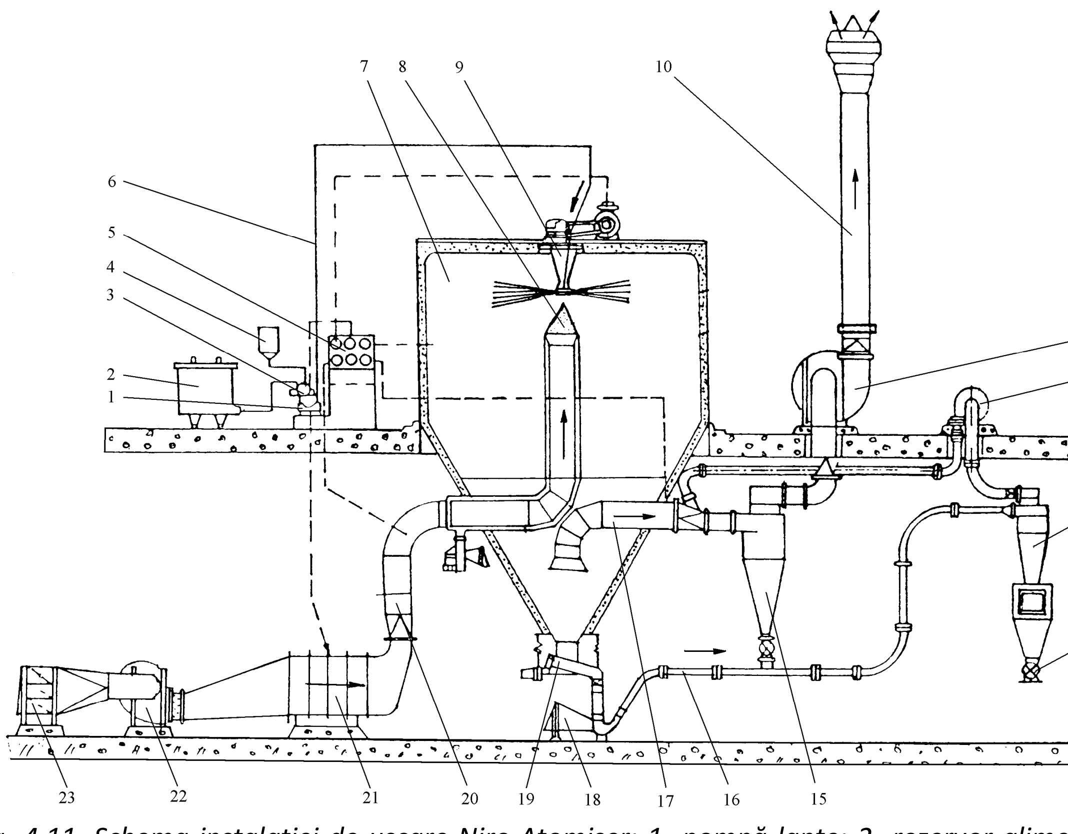


Fig. 4.11. Schema instalaţiei de uscare Niro-Atomiser: 1- pompă lapte; 2- rezervor alimentare; 3- robinet cu trei căi; 4- vas cu apă; 5- tablou de comandă; 6- conductă alimentare; 7- cameră (turn) de uscare; 8- distribuitor aer cald; 9- dispozitiv de pulverizare; 10- conductă evacuare aer; 11,12,22- ventilator; 13,15- ciclon; 14- ecluză evacuare produs; 16- conductă transport pneumatic; 17- conductă aspiraţie amestec aer-praf; 18,23- filtru aer; 19- sistem vibrator; 20- conductă aer cald; 21- baterie încălzire aer.

Caracterizat printr-o higroscopicitate ridicată, laptele praf este influenţat sub aspect calitativ de aer, lumină şi căldură, astfel că materialele din care se realizează ambalajul trebuie să prezinte o rezistenţă mecanică bună, precum şi impermeabilitate pentru apă şi aer.

Materialul cel mai folosit la ambalarea laptelui praf este polietilena, aplicată ca stratul interior pentru ambalajul din hârtie şi care se închide prin termosudare. În vederea asigurării unei mai bune protecţii faţă de apă şi gaze, s-au realizat materiale combinate de tipul pliofilm-pergament vegetal-polietilenă (folosit la ambalarea sub vid) sau folie de aluminiu caşerată cu polietilenă sau pliofilm.

Laptele praf destinat unor ramuri industriale se ambalează în cutii metalice din tablă cositorită sau în saci din hârtie multistrat, căptuşiţi la interior cu polietilenă. Tot în cutii metalice se ambalează şi o parte din produsele lactate uscate destinate alimentaţiei copiilor, acestea fiind îmbunătăţite sub aspectul conţinutului şi al valorii energetice cu vitamine, săruri minerale, protide, glucide, arome diverse, etc.

Indiferent de tipul ambalajului folosit, operaţie de ambalare se realizează în spaţii izolate şi cu măsuri de igienă stricte, cel mai adesea ambalarea se face pe maşini automate în atmosferă de gaz inert.

Produsele lactate acide uscate sunt destinate aproape în exclusivitate pentru hrana copiilor, cu deosebire a sugarilor ce nu pot beneficia de suficient lapte matern. Pentru a aduce laptele de vacă la condiţiile de compoziţie şi digestibilitate apropiate de laptele matern, acesta se supune unor operaţii de prelucrare specifice, cu efecte asupra cazeinei, grăsimii şi lactozei.

Daca se adaugă în aceste produse acidificate şi compuşi de tipul dextrină, zaharoză sau maltoză, rezultă o repartizare omogenă a flocoanelor de cazeină şi grăsime, produsul va fi mai uşor resorbit de către tubul digestiv al sugarului, cu formarea şi dezvoltarea unei microflore intestinale capabile de sintetizare a complexului de vitamine B.

Din categoria produselor lactate acide uscate se pot menţiona: laptele fermentat uscat sau babeurul, laptele uscat acidificat cu acid lactic şi laptele uscat acidificat cu acid lactic şi adaosuri de hidraţi de carbon.

Materia primă o constituie laptele de vacă de foarte bună calitate, provenit de la animale crescute pe pajişte, fără hrănirea cu nutreţuri fermentate şi furaje concentrate, la care timpul scurs din momentul mulsului şi până la prelucrare este cât mai scurt cu putinţă.

Laptele praf fermentat se obţine din lapte integral sau smântânit, cel mai des se fabrică din lapte cu 1,3-1,5 % grăsime şi care în produsul uscat asigură 14 % grăsime.

La toate categoriile de produse acide uscate, tratamentul termic este unul destul de sever, deoarece se urmăreşte distrugerea germenilor patogeni şi coliformi, temperatura de pasteurizare fiind de 115-120 ^{0}C. Ca efect al temperaturii ridicate creşte stabilitatea sărurilor în procesul de concentrare, iar lipaza, care poate afecta gustul şi mirosul produsului prin scindarea grăsimii, este distrusă.

Laptele pasteurizat este trecut în instalaţiile de concentrare, unde este adus la un procent de 25 % substanţă uscată, valoare la care procesele fermentative ulterioare permit obţinerea unei structuri şi vâscozităţi necesare pulverizării în turnurile de uscare.

Fermentarea laptelui concentrat este operaţia cea mai importantă în cadrul procesului tehnologic şi se realizează pe baza unor combinaţii de culturi de Streptococcus lactis şi Lactobacillus acidophilus, sub formă de maiele de producţie, în proporţii care să

asigure o capacitate ridicată de acidifiere în timp scurt, cu formarea de precipitat uniform şi cu structură fină, omogen şi fluid. Regimul de fermentare depinde de tipul produsului final şi se desfăşoară timp de 6,5-7 ore la temperatura de 30 ^{0}C, în vase speciale termostatate, în partea a doua a intervalului de timp fiind asigurată o amestecare (agitare) a laptelui pentru a produce omogenizarea compoziţiei ca urmare a precipitării cazeinei, aciditatea finală a laptelui fiind de 550-600 ^{0}T.

După fermentare laptele concentrat se omogenizează într-o treaptă la presiunea de 120-150 bari, după care este trecut la capul de pulverizare centrifugal, de construcţie specială, al instalaţiei de uscare. Aici timpul de contact cu aerul cald trebuie să fie cât mai scurt, laptele praf fiind evacuat imediat din turnul de uscare şi răcit la 25 ^{0}C, pentru a se preveni eventuale modificări ale grăsimilor.

Ambalarea laptelui praf fermentat se face pe maşini speciale sub vid, în cutii metalice, fapt ce permite păstrarea acestuia un timp îndelungat.

Laptele praf acidulat cu acid lactic este un produs obţinut din lapte de vacă, normalizat la 2,9-3,0 % grăsime şi care în urma uscării are un conţinut în grăsime de 26 %, asemănător laptelui praf integral. După pasteurizare şi concentrare la 23 % substanţă uscată, laptele este supus operaţiei de acidifiere.

Operaţia de acidifiere este cea care determină calitatea produsului finit şi ea trebuie condusă cu multă atenţie. Se urmăreşte precipitarea cazeinei sub formă de particule fine şi asigurarea unui pH care să permită inhibarea acţiunii unor microorganisme din flora intestinală, dar şi o mai bună digestibilitate. Pentru o bună acidifiere a laptelui concentrat se foloseşte acid lactic alimentar în concentraţie de 50 %, cantitatea adăugată trebuind să asigure o aciditate de 440-450 ^{0}T, şi o valoare a pH-ului de 4,62. Acestea se realizează la o temperatură de lucru de 30 ^{0}C, timp de 30-40 minute şi cu agitarea permanentă a laptelui.

Operaţiile de omogenizare, uscare şi ambalare sunt asemănătoare ca şi în cazul laptelui praf fermentat.

Laptele praf acidificat şi cu adaosuri de hidraţi de carbon are aceiaşi tehnologie de fabricaţie ca şi cel acidificiat, cu deosebirea că în materia primă se adaugă un amestec de hidraţi de carbon care, prin acţiunea stabilizatoare asupra coloizilor, previn precipitarea cazeinei sub formă de particule grosiere, mărind valoarea nutritivă şi energetică a produsului.

4.4. Conservarea prin uscare a preparatelor din carne

Concentratele din carne sunt produse alimentare cu o componenţă ce include grăsimi, săruri minerale, adaosuri de diverse legume, deshidratate până la o umiditate care nu permite dezvoltarea microorganismelor. În practică se produc trei categorii de produse, respectiv supe naturale, supe hidrolizate şi concentrate alimentare mixte. În figura 4.12. este prezentată schema tehnologică de producere a supelor naturale şi a supelor hidrolizate.

Materia primă pentru obţinerea supelor naturale o reprezintă carnea de vită cu oase şi de pasăre în proporţie de 25 %, legume în procent de 10 % şi apă în procent de 65 %.

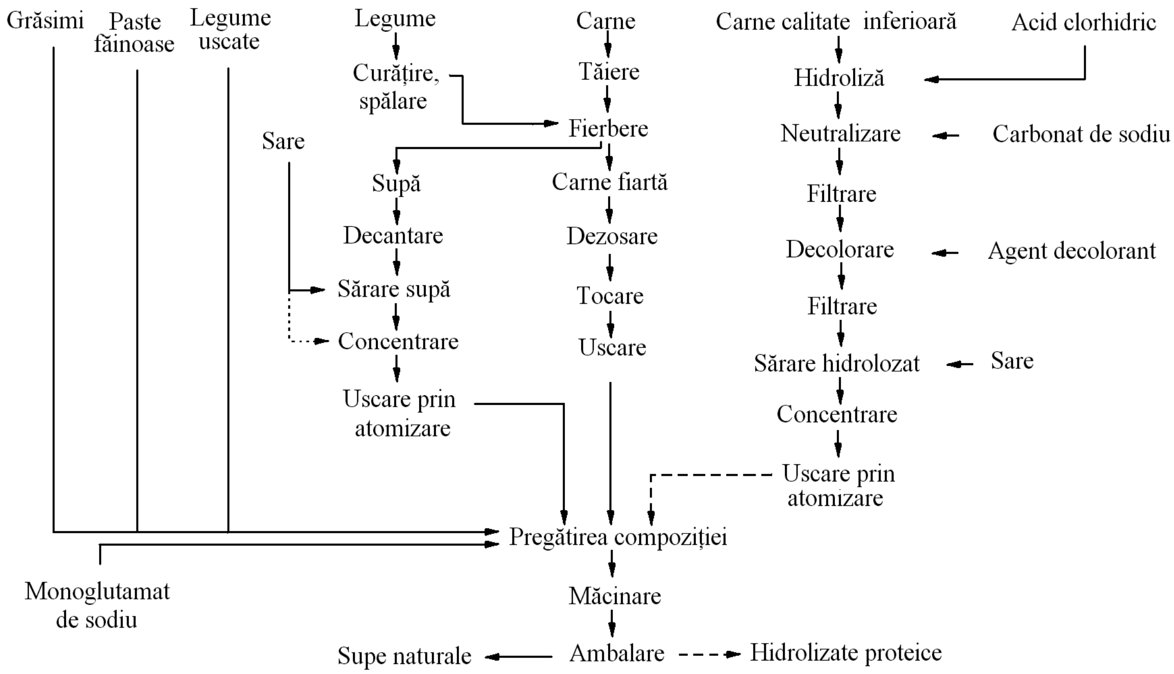


Fig. 4.12. Schema procesului tehnologic de fabricare a concentratelor din carne

După fierberea în autoclave timp de aproximativ o oră, carnea fiartă se separă de legume şi după dezosare se toacă la volf, apoi se usucă în uscătorul sub vid, sub această formă fiind adăugată în produsul finit.

Supa propriu-zisă este trecută la decantare timp de o oră, concentrată în instalaţii de concentrare în vid (la o temperatură maximă de 40-45 ^{0}C) până la 10 % substanţă uscată. Produsul se amestecă cu sare astfel ca după deshidratare concentraţia în sare să fie de 60 %, urmând a se usca prin atomizare la 97 % substanţă uscată. Pulberea rezultată se amestecă cu alte componente, se macină şi se ambalează în materiale impermeabile.

Hidrolizatele proteice se obţin din carne de calitate inferioară, subproduse de abator sau din carnea rezultată de la fabricarea supelor naturale, în urma hidrolizei acide, urmată de neutralizare şi decolorare a produsului rezultat.

Materia primă se introduce într-o autoclavă, unde se adaugă acidul clorhidric şi se produce hidroliza la 120 ^{0}C cu agitare continuă, pentru mărirea eficienţei în autoclavă fiind realizată o depresiune. După terminarea hidrolizei, molecula proteică este scindată şi trece în stare solubilă, o parte din materia primă trece în compuşi melanoidinici insolubili în apă şi acizi care, trebuie îndepărtaţi. Pentru aceasta se face neutralizarea cu carbonat de sodiu la un pH de 5,5-6,0, urmată de filtrare, respectiv decolorare cu agent decolorant şi o nouă filtrare, rezultând hidrolizatul lichid.

Adăugarea de clorură de sodiu se face înainte de concentrare, unde se concentrează la circa 50 % substanţă uscată şi apoi hidrolizatul se usucă prin atomizare la 95-97 %, în continuare urmând acelaşi traseu tehnologic ca în cazul supelor naturale.

V. CONSERVAREA ALIMENTELOR PRIN SĂRARE

Sărarea este cea mai veche metodă de conservare a alimentelor și ea este aplicată atât la păstrarea legumelor, dar în special a cărnii și peștelui.

Substanţă higroscopică, clorura de sodiu are capacitatea de a scoate apa din ţesuturile alimentelor prin fenomenul de osmoză. Prin creşterea presiunii osmotice se produce deshidratarea parţială a celulelor (plasmoliza), fapt care împiedică desfăşurarea normală a activităţii bacteriilor, mucegaiurilor sau drojdiilor.

Conservarea legumelor prin sărare. Legumele recoltate la maturitate sunt sortate, curăţate, spălate şi introduse în butoaie peste care se adaugă sare, în stare solidă sau soluţii în concentraţii de până la 30 %. Suprasărarea se aplică la conservarea unor legume precum ţelina, morcovul, conopida, varza de Bruxelles, fasole verde, ceapa, tomate, ardei, sparanghel.

Conservarea cărnii prin sărare. Sărarea poate fi folosită ca metodă de sine stătătoare, dar mai ales ca o fază premergătoare afumării sau uscării. Pe lângă carne se mai conservă prin sărare pieile, glandele şi unele părţi anatomice.

În procesul de sărare se utilizează azotaţi şi azotiţi care contribuie la formarea culorii cărnii, iar în concentraţii de 150-200 mg/kg au efect antibacterian. În lipsa lor se foloseşte acidul ascorbic, izoascorbic şi sărurile de sodiu ale acestora, substanţe cu rol antioxidant şi care măresc stabilitatea cărnii.

Sărarea se poate realiza prin mai multe metode, în funcţie de modul de utilizare a sării sau a amestecului de sărare.

Sărarea uscată constă în presărarea sării sau a amestecului de sărare, care se dizolvă în apa din stratul superficial al cărnii, difuzând apoi spre interior. Se aplică de obicei la sărarea slăninei, bradtului, şrotului şi a altor materii prime destinate fabricării preparatelor de carne, conserve, semiconserve sau specialităţi.

Sărarea umedă se practică utilizând saramură cu adaosuri de azotat, azotit, zahăr şi alte substanţe, în proporţii ce ţin cont de produsele la care se foloseşte. După modul cum se realizează practic, deosebim:

- sărarea prin imersie, durata de sărare fiind influenţată de viteza de pătrundere a sării în ţesuturile musculare;
- sărarea prin injectare, se execută în două variante: <u>intramusculară,</u> simplă sau în combinaţie cu alte metode de sărare şi <u>interarterial</u>, în special la fabricarea jambonului cu os;
- sărarea prin malaxare, folosită la pregătirea bradtului, şrotului şi la unele specialităţi; realizează o hidratare superioară a cărnii, în final produsele având o capacitate de feliere mai bună.

Slănina este un aliment cu o valoare calorică ridicată și se poate conserva prin sărare simplă sau combinată cu afumarea. După sortare slănina, care nu trebuie să depășească 4 cm grosime, este refrigerată timp de 20-25 ore la temperatura de 4 ^{0}C și frecată cu sare cu bobul de cca 5 mm, urmând a fi stivuită pe stelaje de lemn. Pe fiecare rând de slănină se presară sare după care se lasă între 7-10 zile pentru pătrunderea sării. Slănina se restivuiește cu adăugare de sare proaspătă, durata procesului de sărare fiind de 20-21 de zile. Astfel conservată slănina de depozitează în camere la temperatura de 0^{0}C unde rezistă bine timp de trei luni.

Carnea de porc nu se conservă exclusiv prin sărare, singurele excepții fiind baconul și șunca cu os

Carnea de vită se pretează bine la conservarea prin sărare. Astfel, carnea dezosată se taie în bucăți de 250-500 g și se sărează cu 8 % sare și 0,1 % silistră. Butoaiele de păstrare a cărnii sărate se umplu cu carne, în straturi alternative cu sare, după care timp de 3-4 zile se face o tasare a cărnii, umplerea golurilor, acoperirea cu saramură și înfundarea cu capace. Sărarea cărnii se consideră încheiată după 18-20 de zile, butoaiele fiind depozitate în spații cu temperatura de -10 ..... 5^{0}C.

Pulpa de vită se refrigerează la 4 ^{0}C și se injectează cu saramură 20 % în procent de 10-13 % din masa cărnii. Bucățile injectate se stivuiesc și se păstrează bine timp de 3-4 luni la temperatura de -1 ^{0}C.

Carnea de vânat nu este propice conservării prin sărare deoarece sângerarea este foarte redusă. Cu toate acestea se recomandă a fi folosită carnea de mistreț și carnea de urs.

Șunca de mistreț se prepară după jupuirea pielii, urmată de o sărare mixtă. În prima fază de injectează o saramură de 20 %, unde se adaugă 0,5 % silistră și 0,5 % zahăr, în proporție de 5 % din masa cărnii. În faza a doua se freacă șunca cu un amestec de sărare (3 kg sare, 0,1 kg zahăr, 0,05 kg $NaNO_2$ și 0,1 kg usturoi pisat la 100 kg carne). După sărare șuncile se pun în bazine și se acoperă cu saramură 16 %, cu restivuire la 7 zile, procesul de sărare fiind încheiat după 25-30 de zile.

Peștele este un aliment care se pretează bine la conservarea prin sărare, aici fiind incluse toate speciile marine și de apă dulce. În figura 5.1 este prezentată schema tehnologică de conservare prin sărare a peștelui.

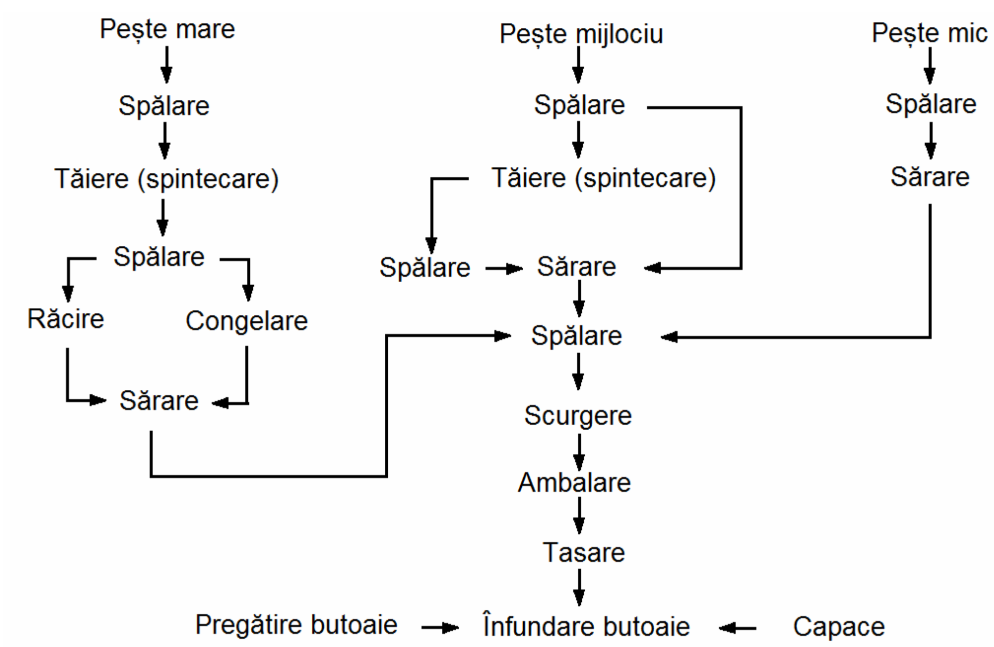


Fig. 5.1. Schema tehnologică de conservare a peștelui cu sare

Pentru conservarea prin sărare se folosesc mai multe variante tehnologice astfel că sărarea se poate face la cald (fără răcirea cu ajutorul gheții, metodă practicată în zonele reci), la rece (peștele este răcit la 0-5 ^{0}C cu ajutorul gheții) sau după congelarea peștelui.

Prin congelarea peștelui sunt împiedicate procesele de alterare a straturilor profunde de carne la peștele mare, dar mai ales la peștele gras unde sărarea este lentă.

Se practică trei metode de sărare a peștelui. sărare uscată, sărare umedă și sărare mixtă.

Sărarea uscată presupune ca peștele, întreg sau spintecat, să fie tăvălit prin sare și pus în butoaie sub formă de rânduri peste care se presară suplimentar sare. Ca urmare a presiunii osmotice sarea extrage o cantitate de apă din pește și formează o saramură cu ea. Metoda se aplică la peștele slab sau mediu îngrășat, dar mai ales la peștele mărunt precum hamsia.

Sărarea umedă se folosește la peștele întreg sau spintecat și care este destinat aproape în exclusivitate uscării sau afumării. Ca principal dezavantaj este faptul, că în contact cu saramura, o parte din apa conținută de pește este extrasă și astfel scade concentrația saramurii.

Sărarea mixtă presupune sărarea uscată a peștelui și introducerea lui în butoaie peste care se toarnă saramură. Este metoda prin care saramura î-și păstrează concentrația inițială, iar procesul de sărare începe imediat.

În funcție de masa lor peștii sunt mari dacă au peste 2,0 kg, mijlocii dacă au masa cuprinsă între 0,5-2,0 kg și mici dacă au masa mai mică de 0,5 kg.

O operație extrem de importantă este spintecarea, prin care se îndepărtează o parte din organele interne ale peștelui, dar se mărește și suprafața de contact a acestuia cu sarea.

Din punct de vedere al metodei de tăiere peștele sărat se împarte în: trunchi nedespicat (specific peștelui mic și mijlociu), trunchi spintecat (cu curățirea cavității abdominale), batog (se separă partea abdominală de spate), despicat parțial pe spate, despicat cu sau fără îndepărtarea capului, tăiat în bucăți (specific peștilor mari) și fileuri.

Un sortiment specific sunt scrumbiile care, în funcție de anotimp sunt slabe sau grase. Din punct de vedere al gradului de sărare acestea pot fi slab sărate (6-10 % sare), mediu sărate (10-14 % sare) și puternic sărate (peste 14 % sare).

Scrumbiile se eviscerează și li se smulg branhiile, după care se sărează la rece. În căzi se toarnă o cantitate de saramură pe care se pun straturi de scrumbie, în alternanță cu sare și gheață mărunțită, 23-25 % sare față de masa de pește și 10-15 % gheață. Procesul de sărare durează cca 20 de zile, după care scrumbiile se scot din căzi, se spală cu o soluție de sare de 15-16 % și se pun la scurgere și zvântare timp de 24 de ore. Ambalarea scrumbiilor se face în butoaie de 30 kg după așezarea și presarea lor, înainte de înfundare fiind turnată o saramură concentrată.

Peștele mic se sărează uscat timp de 48 de ore cu 20-25 % sare față de masa peștelui, în final fiind spălat cu o saramură de 20 %. La sărarea umedă se folosește saramură 20 % timp de 10-22 de ore, spălarea finală fiind cu saramură 16 %.

Peștele de apă dulce de talie mare se supune conservării prin sărare după ce este tăiat în bucăți. Tăvălite prin sare (consumul de sare fiind de 25-28 % din masa peștelui), bucățile de pește sunt așezate în căzi și lăsate la sărat timp de 9-12 zile, după care sunt spălate cu saramură de 24 %. Pentru o sărare medie se folosește 16-20 % sare față de masa peștelui și durata de sărare de 3-5 zile, iar pentru sărare ușoară 10-15 % sare și durata de sărare de 2-3 zile.

În practică se mai întâlnește și sărarea cu condimente a peștelui, pentru aceasta fiind folosite specii precum sardele, hering, stavrid și scrumbie măruntă. Metoda de sărare este la rece sau congelată și se sărează peștele până la un conținut de sare de 4-6 %, Pentru spălare peștele se introduce în saramură după care se pune la zvântare. Ambalarea se face în butoaie de 50-100 litri, unde peștele se așează în straturi alternative cu condimente (amestecuri de zahăr, enibahar, corinadru, scorțișoară, piper negru, dafin, în proporții diverse). După presarea se toarnă o saramură în care sunt cuprinse condimentele de mai sus și se închid butoaiele, menținute un timp la temperatura de -6 ... -12 ^{0}C.

În urma tratării cu sare produsele ambalate și nu numai, suferă modificări în procesul de maturare. Astfel peștele î-și pierde gustul de crud, culoarea, mirosul, scade consistența cărnii care devine mai moale și mai suculentă, capătă gustul de pește sărat.

Maturarea ca și proces asigură hidroliza parțială a lipidelor și protidelor din carne, sub acțiunea enzimelor aflate în țesuturile musculare, precum și a celor produse de către microorganisme. Procesul de maturare a peștelui sărat depinde de specie și de temperatura de păstrare și are o durată de 2-6 luni.

VI. PĂSTRAREA ALIMENTELOR SUB FORMĂ SEMICONSERVATĂ

6.1. Semiconserve din legume şi fructe

Pentru a asigura conservarea unor produse vegetale prin împiedicarea fenomenelor de alterare, se apelează la substanţe chimice cu acţiune bactericidă, dar care nu afectează starea de sănătate a omului. Aceste substanţe distrug şi opresc dezvoltarea sporilor microorganismelor, fiind cunoscute sub denumirea de conservanţi alimentari. Dintre substanţele antiseptice se folosesc bioxidul de sulf, benzoatul de sodiu şi acidul formic, deoarece prin fierbere acestea se elimină şi dispar din produsul finit.

Durata de păstrare a produselor conservate cu substanţe antiseptice depinde de concentraţia soluţiilor adăugate şi condiţiile de păstrare.

Prepararea pulpelor de fructe. Pulpele de fructe, fierte sau nefierte, sunt produse obţinute prin prelucrarea mecanică sau termică a fructelor, întregi sau tăiate în bucăţi (jumătăţi sau sferturi). Schema tehnologică de pregătire a pulpelor de fructe cuprinde următoarele operaţii: sortare, spălare, tăiere şi conservare.

Sortarea are ca scop înlăturarea corpurilor străine, a fructelor nematurate, mucegăite sau necorespunzătoare din punct de vedere calitativ, operaţia executându-se de obicei manual. Fructele sunt spălate, operaţie obligatorie prin care se elimină toate impurităţile. Tăierea se aplică la fructele seminţoase, când acestea sunt prea mari, se îndepărtează pedunculii şi se scot în mod facultativ sâmburii.

Pulpa astfel pregătită se introduce în butoaie (din stejar, gorun sau fag, parafinate la interior), bazine sau rezervoare (din beton armat sau cărămidă, cu strat protector de parafină) sau în bidoane mari metalice, închise ermetic, peste aceasta fiind turnat lichidul conservant care trebuie să acopere bine fructele.

Ca antiseptic, bioxidul de sulf se recomandă pentru toate speciile de fructe, în cazul fructelor moi, pentru întărirea texturii adăugându-se şi bisulfit de calciu. Indiferent de conservantul utilizat, diluarea se face astfel ca soluţia ce se adaugă la produsul supus conservării să nu depăşească 10 % din cantitatea sa.

După introducerea conservantului butoaiele se înfundă şi se depozitează în spaţii răcite sau depozite obişnuite, iar bazinele se etanşează bine, pentru a evita orice contact cu aerul atmosferic.

Pulpele de fructe pot fi supuse şi unei conservări prin sterilizare, fapt care impune, pe lângă operaţiile prezentate şi fierberea cu adaos de 10-15 % apă, urmată de introducerea în recipiente şi sterilizarea sau autosterilizarea lor.

Singura pulpă de legume este cea din tomate, pentru obţinerea căreia se aplică aceiaşi schemă tehnologică, ca şi în cazul fructelor.

Prepararea marcurilor de fructe. Marcurile sunt produse obţinute din fructe pe baza unor prelucrări mecanice şi termice (mai rar crude), partea necomestibilă fiind îndepărtată în urma trecerii lor printr-o pasatrice (sită). În general, toate etapele fluxului tehnologic sunt înglobate în cadrul unei linii automate ce funcţionează în flux vertical.

Întrucât marcurile sunt pulpe de fructe fierte şi pasate, primele operaţii din fluxul tehnologic sunt identice. După spălare şi tăiere, pulpa fructelor tari este încălzită şi trecută printr-o pasatrice, operaţie prin care se îndepărtează sâmburii şi părţile necomestibile, rezultând marcul propriu-zis. Pentru a-şi păstra mai bine aroma, fructele moi nu se încălzesc, ele strecurându-se în stare crudă. Marcul răcit este amestecat cu conservantul

(bioxid de sulf sau benzoat de sodiu) şi după tratamentul cu substanţe antiseptice este pus în butoaie sau bazine de păstrare, prevăzute la interior cu o peliculă de lac rezistent la acţiunea acizilor.

Acidul lactic, acidul acetic, clorura de sodiu şi zahărul, în anumite proporţii şi concentraţii, pot juca rolul de substanţe antiseptice, împiedicând alterarea unor preparate obţinute din legume şi fructe.

*Produse fermentate lactic (acidificare naturală)***.** Au la bază procesul de fermentaţie lactică, astfel că în urma acţiunii bacteriilor lactice asupra zahărului din legume, în soluţie de clorură de sodiu, se obţine ca produs determinant acidul lactic.

În concentraţii de 3-12 %, clorura de sodiu poate extrage apa şi substanţele solubile din vacuolele celulelor, asigurând astfel mediul favorabil creşterii şi dezvoltării bacteriilor lactice. Prin acoperirea legumelor cu soluţie de sare se creează un mediu anaerob, favorabil doar fermentaţiei lactice.

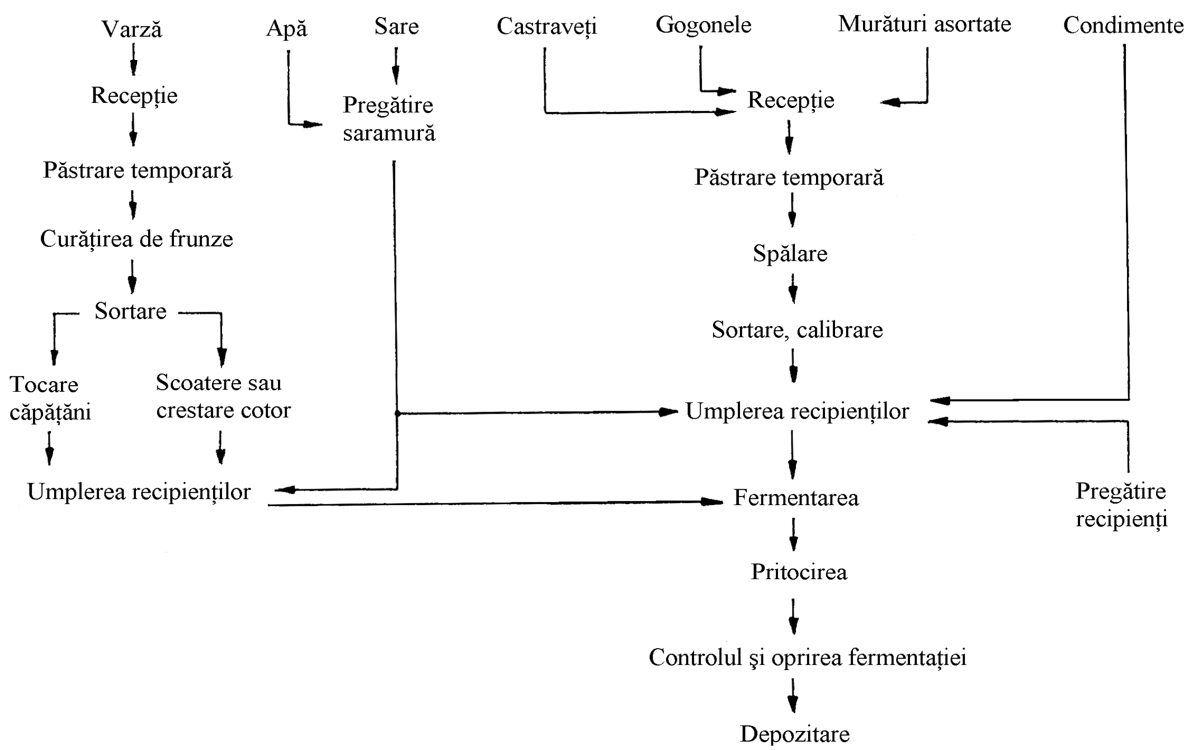


Fig. 6.1. Schema tehnologică de obţinere a produselor fermentate lactic

Schema tehnologică de obţinere a produselor fermentate lactic (varză, castraveţi, gogonele, murături asortate) este prezentată în fig. 6.1.

Operaţia cea mai importantă este fermentarea acido-lactică şi care se desfăşoară în trei etape:

- etapa preliminară în care bacteriile heterofermentative (Streptococcus, Bacterium coli, etc.) transformă o parte din zaharuri în acid lactic, acid acetic, alcool etilic şi bioxid de carbon; durata acestei etape depinde de temperatura de fermentare şi natura produsului;

- etapa fermentării propriu-zise în care procesul de fermentare este continuat de către bacteriile homofermentative (Lactobacillus plantarum, Lactobacillus cucumeris),

care produc numai acid lactic; aciditatea creşte până la 2 % iar pH-ul are valori între 3,5-4,3;

- etapa fermentării finale când fermentarea este continuată de bacterii precum Lactobacillus brevis şi Lactobacillus pentoaceticum, care transformă ultimele cantităţi de zahăr în acid lactic şi produşi secundari, realizând în final o concentraţie de 2,5 % în acid lactic.

Fermentarea şi păstrarea produselor se face în bazine de ciment acoperite cu lac antiacid, căzi şi butoaie de lemn sau material plastic, în care, pentru îmbunătăţirea însuşirilor organoleptice, se adaugă condimente (tulpini de mărar, cimbru, rădăcini de hrean, usturoi, frunze de ţelină şi vişin, etc.)

În scopul omogenizării concentraţiei de clorură de sodiu şi acid lactic, periodic se efectuează pritocul.

Produse acidificate artificial. Folosirea acidului acetic sau oţetul şi a clorurii de sodiu, în soluţii cu anumite concentraţii, determină o acţiune antiseptică, iar prin adăugarea de condimente legumele astfel conservate capătă un gust picant şi plăcut. Oţetul folosit la conservarea legumelor este obţinut din vin sau pe cale industrială.

Legumele conservate prin acidificare artificială se mai numesc produse marinate, fiind pregătite după tehnica produselor acidificate natural, deosebirea constând în aceea că drept conservant se foloseşte oţet, concentraţia finală în acid acetic fiind de 2-3 %, sare până la concentraţia de 2-3 % şi uneori zahăr până la 2-5 %.

Pentru a imprima gust şi aromă legumelor conservate, oţetul se condimentează cu piper, muştar, frunze de dafin, cuişoare, tarhon, mărar, etc.

Dintre legumele care se conservă prin această metodă se pot aminti: castraveţi, ardei din soiul Kapia, gogoşari, ţelină, fasole verde, ardei.

6.2. Semiconserve din carne

În categoria semiconservelor din carne se regăsesc produse obținute din pește la care, pentru mărirea duratei de păstrare, se folosesc diverse lichide de acoperire și care joacă rol de conservant.

După tehnologia de fabricație, semiconservele din pește pot fi: în oțet sau marinate, în ulei și speciale.

Semiconservele marinate se bazează pe acțiunea acidului acetic asupra musculaturii peștelui, aici fiind cunoscute mai multe sortimente: marinate reci, marinate fierte și marinate prăjite.

Semiconservele marinate reci se obțin după schema tehnologică din figura 6.2. Materia primă o constituie specii precum scrumbie, macrou, sardină, stavrid, hering, congelat sau sărat.

După decongelare, decapitare, eviscerare și desărare, materia primă este porționată și supusă unui proces de marinare, ce constă în menținerea timp de 72-96 de ore a peștelui într-o soluție ce conține oțet 5 % și sare 10 %.

Peștele marinat se scurge de soluția de marinare și se așează în ambalaje, peste care se toarnă un lichid de acoperire ce are și rol de conservant. Lichidul se obține prin fierberea cu sare, oțet și zahăr a condimentelor, în funcție de rețeta de fabricație. În practică se

fabrică și sortimente de marinate reci cu sos condimentat, cu ceapă, cu aromă de fum, cu sosuri marinate, etc.

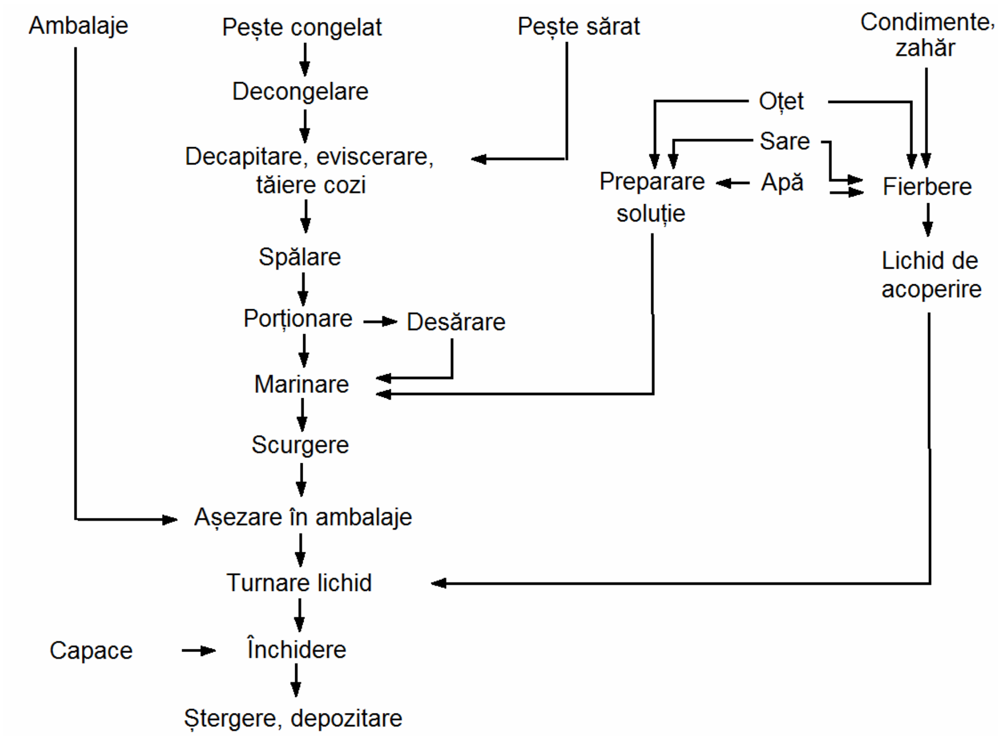


Fig. 6.2. Schema tehnologică de fabricare a semiconservelor marinate de pește reci

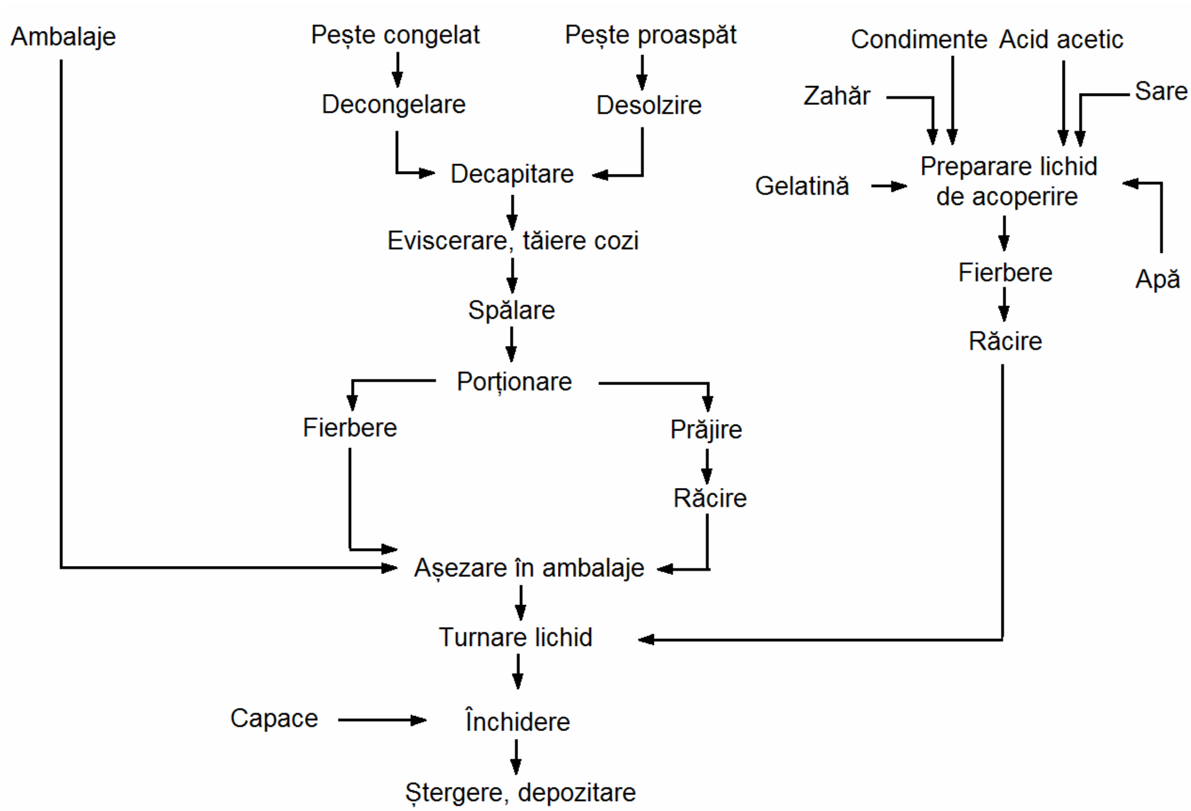


Fig. 6.3. Schema tehnologică de fabricare a semiconservelor marinate de pește fierte și prăjite

Semiconservele marinate fierte (fig. 6.3.) folosesc ca materie primă peștele proaspăt sau congelat, supus operației de fierbere și conservat cu o soluție de oțet cu gelatină.

Fierberea este operație distinctă și se face după ce peștele a fost pregătit și porționat corespunzător. Fierberea se face timp de 5-15 minute într-o soluție de sare 6 % și oțet 4 %.

După răcire peștele este ambalat în recipienți metalici sau din sticlă, peste care se toarnă o soluție caldă de oțet 3 %, sare 3 % și gelatină 4 %.

Semiconservele marinate prăjite folosesc ca materie primă crap, stavrid și macrou. După prelucrarea inițială peștele este prăjit, răcit și ambalat în recipienți de sticlă sau metalici, peste care se toarnă un lichid de acoperire ce conține 6 % sare, 5 % oțet, cu sau fără condimente ori sosuri condimentate.

Semiconservele marinate în ulei se obțin din pește sărat, la unele sortimente supus uscării și afumării, ambalat în recipienți peste care se toarnă ulei vegetal și condimente precum piper, coriandru și cuișoare.

Semiconservele de pește suferă un proces de maturare ca urmare a pătrunderii sării și oțetului în țesuturile musculare ale peștelui, favorizând acțiunea enzimelor asupra compușilor proteici. O parte din grăsimi se descompun în aminoacizi care imprimă gustul și aroma specifică produselor marinate, intensitatea procesului fiind dependent de temperatura de păstrare și compoziția lichidului de acoperire. În general maturarea se desfășoară timp de 10-20 zile la temperatura de 6-10 ^{0}C, în funcție tipul de produs.

VII. CONSERVAREA ALIMENTELOR PRIN METODE FIZICE ȘI BIOCHIMICE

7.1. Fabricarea brânzeturilor fermentate

Tehnologia generală de fabricare a brânzeturilor fermentate este prezentată în figura 7.1 şi are ca faze principale condiţionarea laptelui, închegarea şi prelucrarea coagulului, sărare, maturare şi depozitare.

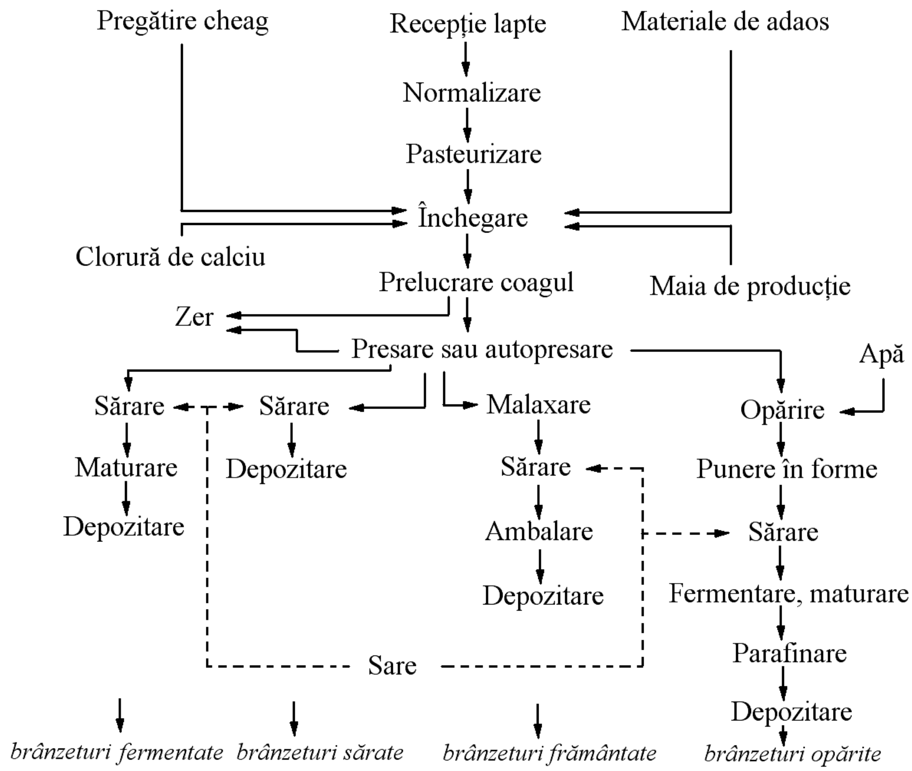


Fig. 7.1. Schema tehnologică de fabricare a brânzeturilor

Condiţionarea laptelui constă în normalizarea lui la un conţinut în grăsime specific fiecărui sortiment fabricat, urmată de pasteurizare joasă sau mijlocie. Nu se recomandă ca temperatura de pasteurizare să depăşească 75 ^{0}C, deoarece este diminuată capacitatea de coagulare a laptelui sub acţiunea cheagului.

Deoarece prin pasteurizarea laptelui sunt distruse şi microorganismele utile fabricării brânzeturilor, pentru desfăşurarea în bune condiţii a procesului de maturare, dar şi pentru obţinerea unor produse cu caracteristici organoleptice specifice, în laptele pasteurizat se adaugă culturi selecţionate de bacterii lactice (Streptococcus lactis, Streptococcus cremoris, Streptococcus diacetilactis, Streptococcus casei, Streptococcus thermopilus, etc.) şi culturi selecţionate de mucegaiuri (Penicillium roqueforti, Penicillium candidum, Penicillium camemberti).

Pentru creşterea capacităţii de coagulare şi prevenirea balonării, se recomandă ca în lapte să se adauge10-25 g/100 l clorură de calciu şi circa 30 g/100 l azotat de potasiu. La unele sortimente se practică colorarea laptelui cu galben de şofran sau betacaroten, fapt ce conferă brânzeturilor o culoare gălbuie.

Închegarea laptelui urmăreşte separarea cazeinei şi a altor compuşi din lapte, care trec din stare lichidă într-o masă gelificată, cu o consistenţă şi elasticitate dependentă de

modul de desfăşurare a operaţiei. Închegarea sau coagularea laptelui se face în două moduri:

● cu cheag: cheagul este o enzimă de tip chimozină sau labferment, secretată de stomacul mieilor şi viţeilor în perioada de alăptare; chimozina are proprietatea specifică fermenţilor ca în cantităţi mici să producă, prin absorbţia sa de către cazeină, precipitarea acesteia sub formă de fosfoparacazeinat de calciu; tot chimozina este cea care în faza de maturare produce proteoliza substanţelor proteice;

● cu acizi: acizii (lactic, clorhidric, sulfuric) adăugaţi în lapte scad pH-ul la valoarea de 4,62, punct la care cazeina coagulează, înglobând în masa ei şi ceilalţi componenţi ai laptelui, produce contracţia coagulului şi asigură eliminarea zerului.

Acţiunea cheagului asupra laptelui este influenţată de mai mulţi factori precum conţinutul în săruri minerale şi substanţă uscată a laptelui, temperatura şi aciditatea sa, prezenţa în lapte a unor substanţe străine cu rol anticoagulant, etc. Cantitatea de cheag necesară coagulării depinde de puterea de coagulare a acestuia, compoziţia laptelui, sortimentul fabricat şi se introduce sub formă de jet subţire în vana cu lapte la temperatura de lucru, la început laptele fiind agitat lent şi continuu pentru uniformizarea coagulului, după care se lasă în stare de repaus pentru coagulare. Temperatura şi durata procesului de coagulate depind de tipul de brânză ce urmează a se obţine, aceste date, alături de cantităţile de coagul şi maia de producţie, fiind specificate în reţetele de fabricaţie.

Prelucrarea coagulului are ca scop principal eliminarea unei anumite cantităţi de apă sub formă de zer, în funcţie de sortimentul fabricat, ţinând cont de faptul că deshidratarea coagulului continuă şi în fazele de presare, sărare şi maturare.

La fabricarea brânzeturilor semitari şi tari prelucrarea coagulului cuprinde trei faze principale:

- uniformizarea temperaturii coagulului: este necesară pentru a asigura o repartizare cât mai uniformă a grăsimii în masa de coagul;

- mărunţirea: urmăreşte obţinerea particulelor de coagul din care, prin prelucrare cu diverse unelte, se formează „bobul" şi ale cărui dimensiuni depind de sortimentul de brânză;

- încălzirea a doua: favorizează eliminarea zerului din bobul de coagul format şi se realizează diferenţiat, la temperaturi cuprinse între 40-60 ^{0}C.

Prin punerea în forme a coagulului prelucrat se obţine aglomerarea boabelor de coagul, asigurându-se mărimea şi forma specifică fiecărui sortiment. Formarea brânzeturilor se face prin turnarea în forme sau prin formare din pastă (masă).

Punerea în forme trebuie executată rapid pentru a evita răcirea masei de coagul, fapt ce ar încetini fermentaţia lactică şi scurgerea zerului.

Aglomerarea boabelor de coagul într-o masă omogenă şi eliminarea zerului dintre ele sau din interiorul lor, se realizează uşor prin presare. Forţa de presare aplicată depinde de caracteristicile masei de caş şi ea este crescută treptat, ajungând până la valori de 60 de ori mai mare decât greutatea brânzei, valoarea maximă fiind atinsă după 6-8 ore din momentul începerii presării.

Durata de presare depinde de felul în care se desfăşoară lipirea boabelor de coagul şi eliminarea zerului, variind între 6-24 ore, în raport cu sortimentul de brânză. Deoarece

eliminarea zerului depinde în special de temperatura masei de brânză, aceasta trebuie menţinută la valori corespunzătoare.

Sărarea brânzeturilor este o fază tehnologică importantă şi urmăreşte imprimarea unui gust plăcut, continuarea procesului de deshidratare a brânzei şi reglarea proceselor microbiologice. Pătrunzând în brânză, sarea favorizează eliminarea unei părţi din apă cu substanţele dizolvate în ea, prevenind totodată atacarea lactozei de către microorganisme în această fază, când aciditatea brânzei este insuficientă pentru a frâna dezvoltarea lor.

Dintre metodele de sărare a brânzeturilor, cele mai cunoscute sunt:

- sărarea uscată: se face prin presărarea cristalelor de sare pe suprafaţa brânzei;
- sărarea în saramură: presupune scufundarea brânzei formate într-o soluţie de sare cu concentraţia de 16-23 %;
- sărarea în bob: se adaugă sare în masa de caş mărunţit;
- sărarea în pastă: se adaugă sare în masa de caş mărunţită, după ce aceasta a fost supusă unui proces de maturare.

Maturarea brânzeturilor. Pentru a obţine caracteristicile specifice diferitelor sortimente (gust, aspect, miros, culoare), brânzeturile sărate se păstrează un timp determinat în anumite condiţii de mediu (temperatură, umiditate, aerare), perioadă în care coagulul elastic şi fără individualitate se transformă, printr-un complex de reacţii fizice şi biochimice, într-un produs uşor asimilabil, cu calităţi organoleptice şi conservabilitate mare.

În general maturarea brânzeturilor se face la temperaturi de 12-22 ^{0}C, o umiditate de 75-95 %, aerul din încăperi fiind schimbat de 4-5 ori pe zi. Durata procesului de maturare a brânzeturilor este specifică sortimentului fabricat şi se poate întinde pe perioade de la 20-30 zile, până la 4-6 luni.

Cele mai importante transformări în timpul maturării le suferă lactoza, substanţele proteice şi grăsimea.

Lactoza, în urma reacţiei de glicoliză, este transformată mai întâi în acid piruvic şi mai apoi în acid lactic care, întră în reacţie cu calciul din paracazeinatul de calciu formând lactatul de calciu, precum şi alte săruri. În acest mod boabele de coagul se lipesc, rezultând o masă omogenă. Dacă avem şi bacterii propionice, atunci în urma reacţiilor biochimice se produce acid acetic, acid propionic şi bioxid de carbon.

Substanţele proteice sunt sub formă de paracazeinat de calciu şi prin reacţia de proteoliză (hidroliza parţială a cazeinei), se formează compuşi între care se regăsesc peptone şi albumoze. Prin continuarea hidrolizei peptonele se descompun în aminoacizi, substanţe determinante în obţinerea gustului şi aromei brânzeturilor, iar o parte a acestora trec în amoniac şi bioxid de carbon.

Grăsimile, într-o primă fază ca efect al reacţiei de lipoliză, trec în glicerină şi acizi graşi, fenomen valabil la toate sortimentele de brânzeturi. El este mai accentuat la sortimentele la care maturarea are loc în prezenţa mucegaiurilor, când acizii graşi sunt hidrolizaţi până la aldehide şi cetone, conferind, alături de acidul propionic şi acidul acetic, aroma specifică.

Ambalarea brânzeturilor se face în condiţiile stabilite prin norme, folosind lăzi-rulouri, lăzi compartimentate, folie de polietilenă sau Criovac, în foarte multe cazuri brânzeturile fiind acoperite cu un strat de parafină. După ambalare brânzeturile sunt

păstrate în încăperi cu atmosferă controlată, lipsite de lumină şi mirosuri neplăcute, uneori maturarea fiind continuată şi în timpul depozitării.

Brânza telemea este unul dintre cele mai răspândite sortimente şi diferă de alte sortimente prin modul de prelucrare a coagulului şi maturare. Materia primă o constituie laptele de vacă, laptele de oaie şi de bivoliţă, separate sau în amestec

După pasteurizare laptele se răceşte la 28-35 ^{0}C şi se adaugă soluţie de clorură de calciu 15-20 g/100 litri lapte, azotat de potasiu 20-30 g/100 litri lapte şi 0,3-0,8 % maia de producţie (Sterptococcus lactis şi Streptococcus casei). Se omogenizează compoziţia, după care se adaugă cheag într-o cantitate care să permită coagularea într-un interval de 45-60 minute.

Prelucrarea coagulului se face astfel încât să se obţină felii de coagul suprapuse şi care după presare să nu depăşească grosimea de 12-13 cm. Urmează presarea timp de 45-90 minute şi eliminarea zerului, după care coagulul se taie în calupuri şi se continuă scurgerea zerului prin întoarcerea lor periodică, timp în care brânza se întăreşte puţin.

Brânza telemea se pune în saramură cu concentraţia de 20-22 %, la temperatura de 14-16 ^{0}C şi păstrarea în aceste condiţii timp de 15-18 ore. Calupurile de brânză se scot din saramură şi se supun unei sărări uscate timp de 5-8 ore, după care procesul de sărare uscată continuă timp de 8-16 ore în ambalaje (putini de lemn sau cutii metalice).

Pentru maturare în ambalaje se introduce saramură cu concentraţia de 12-16 %, după care se păstrează în încăperi cu temperatura de 12-16 ^{0}C, durata procesului de maturare fiind de 20-30 zile. Dacă în timp saramura prezintă unele aspecte necorespunzătoare, aceasta se înlocuieşte cu una proaspătă, în unele cazuri fiind folosită saramură de zer cu concentraţia de 10-12 %.

Brânza Fetta este un sortiment obţinut din lapte de oaie sau de vacă nenormalizat. Laptele după pasteurizare se răceşte la 30-33 ^{0}C, se corectează cu clorură de calciu şi azotat de potasiu în procente asemănătoare cu brânza telemea, se adaugă maia de bacterii lactice şi cheag astfel ca timpul de coagulare să fie de 40-50 minute.

Coagulul se mărunţeşte, timp în care se separă o cantitate de zer, după care se pune în forme rotunde şi se lasă la scurs, cu întoarcerea periodică a formelor şi uneori cu rotirea acestora. La finalul operaţiei brânza se taie în sectoare de cerc, se presară cu sare şi se lasă în repaus circa 80-90 minute, apoi se scot din forme şi se pun la scurs timp de 24-36 de ore, cu întoarcere periodică şi sărare uscată la fiecare întoarcere.

Bucăţile de brânză se pun în ambalaje cu sărare uscată şi păstrare timp de 4 zile la temperatura de 12-14 ^{0}C, după care se spală pe toate feţele şi se aşează din nou în ambalaje, separate cu hârtie pergaminată.

Brânzeturi cu mucegai alb. Cel mai reprezentativ sortiment îl constituie brânza Camembert şi ea se caracterizează prin dezvoltarea unor mucegaiuri albe pe coajă, în timp ce miezul este moale.

Materia primă o constituie laptele de vacă integral care, după pasteurizare se răceşte la 38-40 ^{0}C, temperatură la care se adaugă maiaua de producţie 0,5-3 l/100 litri lapte (Streptococcus lactis şi Streptococcus diacetilactis) şi cultura de mucegai 5-20 ml/100 litri lapte (Penicillium camemberti). După un repaus de circa 30 minute se răceşte la temperatura de coagulare de 28-30 ^{0}C şi se adaugă cheag, în proporţie care să determine închegarea laptelui într-un interval de 1,5-2 ore. Pentru a obţine o culoare roşiatică, în lapte se poate adăuga 5-20 ml/100 litri o suspensie de Bacterium limens.

Prelucrarea coagulului se face prin tăierea sa, urmată de mărunţire până la boabe de mărimea unei nuci, timp în care se elimină o parte din zer. Apoi coagulul este trecut în forme cilindrice cu posibilitatea de întoarcere. Aici are loc scurgerea zerului şi autopresarea brânzei timp de circa 20 de ore, cu 4-5 întoarceri.

După autopresare brânza se sărează uscat de două ori într-un interval de două zile sau pentru scurtarea timpului de fabricare, se poate introduce timp de trei ore în saramură cu concentraţia de 20-22 %.

Pentru zvântare brânza sărată este aşezată în încăperi termostatate (13-15 ^{0}C, 75-85 % umiditate relativă), unde stă timp de 12-14 zile, cu întoarcerea periodică a acesteia. În aceste condiţii, pe suprafaţa brânzei se formează un strat superficial de mucegai alb.

Maturarea durează între 8-15 zile, timp în care brânzeturile sunt puse pe rafturi speciale, cu posibilitatea de întoarcere, în spaţii cu temperatura de 11-15 ^{0}C şi umiditatea relativă a aerului de 88-90 %. La finalul fazei de maturare mucegaiul capătă o nuanţă uşor murdară şi cu pete roşii.

Brânzeturi cu mucegai verde. Caracteristic acestui sortiment este brânza Roquefort la care maturarea este realizată prin acţiunea unui mucegai selecţionat (Penicillium roqueforti), de culoare verde-albăstrui, ce se dezvoltă în întreaga masă de brânză, conferind produsului un gust şi o aromă specifică.

Materia primă pentru fabricarea brânzei Roquefort este laptele de oaie, laptele de vacă, amestec din cele două, precum şi un amestec de lapte de vacă cu lapte de bivoliţă. După normalizare la maxim 3 % grăsime, laptele se pasteurizează şi se răceşte la 25-30 ^{0}C, moment în care se adaugă 3-5 % maia de bacterii lactice, timpul de coagulare fiind de 90-120 minute.

Coagulul se taie şi se prelucrează până la obţinerea boabelor cu consistenţa dorită, se sifonează zerul format şi coagulul este trecut într-o vană specială pentru scurgere, temperatura fiind menţinută constant la 18-20 ^{0}C. La finalul scurgerii masa de coagul se trece în forme cilindrice (diametrul de 20 cm şi înălţimea de 15 cm), sub formă de straturi de 3-4 cm grosime, peste fiecare strat (mai puţin ultimul) fiind presărat pulbere de mucegai.

Formele de brânză se supun zvântării timp de 3-4 zile în camere termostatate (18 ^{0}C şi 90-95 % umiditate relativă a aerului), cu întoarcerea de trei ori pe zi a formelor. La final, brânzeturile se scot din forme şi de zvântează pe pardoseală în pivniţe, timp de 4-5 zile la temperaturi scăzute de 10-12 ^{0}C.

Sărarea brânzeturilor se face în camere speciale, în 3-4 tranşe la interval de 1-2 zile, cu sare uscată, prin frecarea marginilor cu sare, temperatura de lucru trebuind să fie mai mică de 10 ^{0}C. În această perioadă, pe suprafaţa brânzeturilor se formează un mucilagiu care trebuie îndepărtat prin răzuire.

Înainte de a se pune la maturare formele sunt înţepate cu ace speciale, operaţie ce are ca scop accesul aerului în interior şi dezvoltarea ulterioară a mucegaiului rapid şi într-un mod cât mai uniform. Camerele de maturare sunt astfel realizate încât să asigure în mod strict temperatura de 5-7 ^{0}C şi umiditatea relativă a aerului de 90-95 %, cu recircularea lui de cel puţin trei ori pe zi. Acest lucru este necesar deoarece în procesul de maturare se degajă amoniac, bioxid de carbon şi alte gaze specifice maturării.

Pe durata maturării, la suprafaţa brânzeturilor se formează un strat de mucegai şi mucilagii, care trebuie îndepărtate deoarece ele blochează accesul aerului în interiorul

brânzei. Timpul de maturare variază între 1-3 luni, după care se recomandă ambalarea în foiţe metalice şi depozitarea în spaţii cu temperatura de 1-2 ^{0}C.

Brânza Tilsit se prepară din lapte de vacă integral sau parţial smântânit, la un anumit conţinut în grăsime. Laptele este pasteurizat, apoi răcit la temperatura de închegare cuprinsă între 28-35 ^{0}C, când se adaugă maia din bacterii lactice (0,3-0,8 l/100 litri lapte), clorură de calciu (10-15 g/100 litri lapte), colorant (2-3 g/100 litri lapte galben de Orleans) şi pentru a preveni balonarea azotat de potasiu (10-20 g/100 litri lapte).

Coagularea durează circa 30-40 minute, după care coagulul este mărunţit şi amestecat timp de 10-15 minute. Urmează încălzirea a doua la temperatura de 35-42 ^{0}C cu amestecare continuă, la final boabele de brânză având o consistenţă elastică şi suficient de tare. După un repaus se face scurgerea aproape în totalitate a zerului, masa rămasă se amestecă energic şi se repartizează în forme cilindrice cu diametrul şi înălţimea de 25 cm. Se lasă la scurs timp de 12-20 de ore cu întoarcerea periodică a formelor.

Brânza se sărează în saramură la 12-16 ^{0}C, cu concentraţia de 18-20 %, timp de 2-3 zile, apoi este urmată de o sărare uscată în 4-5 reprize, timp de 10-12 ore şi o zvântare de scurtă durată, formele fiind trecute la camerele de maturare.

Maturarea brânzei Tilsit durează 2-3 luni şi se desfăşoară în încăperi cu temperatura de 12-16 ^{0}C şi umiditatea relativă a aerului de 90-95 %. Ca urmare a faptului că după câteva zile pe suprafaţa formelor apare un strat de mucilagiu galben-roşiatic, acestea se spală la intervale de 3 zile, cu schimbarea rafturilor pe care au fost puse. La final brânzeturile se ambalează în hârtie pergaminată sau folie metalică caşerată cu hârtie pergament.

Brânzeturi olandeze. Din această grupă cele mai cunoscute sunt brânza Edam şi Gouda, diferenţele între cele două sortimente fiind date de formă şi unele caracteristici organoleptice.

Brânza Edam se obţine din lapte normalizat, pasteurizat şi răcit la 32-35 ^{0}C, când se adaugă 0,5-1,5 % maia de producţie, formată din bacterii lactice. Pentru a obţine o culoare galbenă, în lapte se adaugă colorant în proporţie de 3-4 mg/100 litri.

Coagularea se produce la temperatura de 28-34 ^{0}C şi durează între 35-40 minute.

Coagulul se mărunţeşte continuu cu evacuarea de zer, fiind urmat de o a doua încălzire la 35-37 ^{0}C, când boabele de brânză sunt mici şi elastice, uneori fiind practicată o spălare cu apă a boabelor prin înlocuirea unei părţi din zer cu apă. La finalul spălării se elimină zerul şi masa de coagul se supune presării în forme diverse, timpul de presare fiind dependent de formă.

Sărarea se face cu saramură de concentraţie 18-20 %, timp de 2 zile la formele mici şi 4-5 zile la formele mari, temperatura saramurii fiind de 12-15 ^{0}C. După sărare uscată şi o zvântare formele de brânză se introduc în camere cu temperatura de 10-15 ^{0}C şi uscate, pentru a începe maturarea.

La început brânzeturile se întorc zilnic, apoi la interval de 2-3 zile, timp în care pe suprafaţa cojii se formează un mucegai care trebuie spălat periodic (8-10 zile), zvântate şi reintroduse în camera de maturare. După 2-3 săptămâni coaja brânzeturilor devine compactă şi uscată, moment în care acestea se parafinează şi se depozitează în spaţii refrigerate la maxim 7-8 ^{0}C.

Brânza Gouda se obţine din lapte integral sau parţial smântânit, pasteurizat, în care se adaugă aceleaşi cantităţi de maia ca şi pentru brânza Edam.

Coagularea se desfăşoară timp de 30-35 minute la temperatura de 30-33 ^{0}C, masa de coagul se mărunţeşte cu eliminarea unei părţi din zer, apoi se supune încălzirii a doua la 37-43 ^{0}C cu amestecare, până la obţinerea unor particule cu consistenţă tare.

Presarea masei de coagul se face în vană iar tăierea bucăţilor de coagul se face la dimensiunea formelor ce urmează a se obţine. Dacă presarea se face în forme atunci acestea se întorc periodic pentru scurgerea zerului, în ambele cazuri forţa de presare fiind crescătoare.

Sărarea se face cu saramură 15-17 % în prima zi şi cu 22-24 % concentraţie în a doua zi, durata sărării fiind în funcţie de mărimea formei brânzeturilor (4-5 zile la formele mici şi 7-8 zile la formele mari).

Maturarea brânzeturilor se face în camere speciale şi durează un interval de timp de 2-3 luni, la început (8-10 zile) la temperatura de 15-17 ^{0}C, după care este scăzută la 13-15 ^{0}C, cu întoarceri ale formelor la intervale de timp determinate. Deoarece în perioada de maturare pe coajă se formează mucegaiuri, brânzeturile sunt spălate periodic, zvântate şi reintroduse în camerele de maturare.

Brânza Şvaiţer este un sortiment originar din Elveţia, calitatea laptelui şi calificarea personalului fiind determinante în obţinerea unui produs corespunzător.

Laptele folosit ca materie primă trebuie să fie de foarte bună calitate, de regulă provenit de la vacile care păşunează în zona de munte. Înainte de coagulare, în lapte se adaugă o maia de culturi de tipul Stertococcus thermophilus şi Thermobacterium helveticum, la care se mai poate adăuga şi bacterii propionice.

Coagularea se desfăşoară timp de 25-35 minute la 32-34 ^{0}C, cu tăierea verticală a coagulului şi mărunţirea grosieră, urmată de mărunţirea cu harpă şi formarea bobului de coagul. De aici masa este trecută la un amestecător mecanic unde timp de 30-50 minute se omogenizează boabele, până la consistenţa şi forma dorită. Urmează încălzirea a doua, timp de 25-35 minute la temperatura de 52-56 ^{0}C, când se continuă amestecarea masei de coagul şi uscarea bobului timp de 30-60 minute, la final fiind executată o amestecare puternică a masei de coagul, pentru uniformizarea repartiţiei acesteia sub formă conică.

Scoasă cu ajutorul unei sedile (tifon), masa de coagul este supusă presării într-o formă numită veşcă (de formă cilindrică), mai întâi manua, pentru eliminarea unei părţi din zer şi uniformizarea grosimii, apoi se introduce într-o presă cu capac din lemn. Deoarece activitatea bacteriilor lactice trebuie să fie intensă în timpul presării, temperatura de lucru se va menţine la circa 20 ^{0}C, bacteriile termofile cunoscând o dezvoltare intensă.

Durata presării variază între 20-24 de ore, timp în care formele se întorc periodic, la fiecare întoarcere fiind schimbată sedila cu una nouă. În acest timp forţa de presare creşte progresiv. După presare roţile de brânză se marchează cu data fabricaţiei şi se cântăresc, apoi sunt lăsate un timp determinat pentru răcire.

Sărarea uscată se face timp de 1-2 zile în forme şi apoi în saramură cu concentraţia de 20-22 %, la temperatura de 10-15 ^{0}C, cu întoarcerea lor , după care se scot bucăţile de brânză şi se aşează pe poliţe timp de 2-3 zile la zvântare. Înainte de maturare acestea se păstrează timp de 2-3 săptămâni în spaţii cu temperatura de 12-15 ^{0}C.

Maturarea se desfăşoară în spaţii amenajate cu temperatura de 20-24 ^{0}C şi umiditatea relativă a aerului de 85-90 %, cu întoarcere periodică şi spălare de mucegai cu

apă sărată (se evită astfel şi o uscare prea intensă a cojii). După aproximativ o lună, brânzeturile sunt mutate într-un spaţiu cu temperatura de 12-15 ^{0}C şi umiditatea de 85-87 %, timpul de păstrare fiind de 3-6 luni, repetând întoarcere periodică şi spălare de mucegai cu apă sărată. În final coaja capătă o culoare gălbuie, pasta este elastică cu goluri de aer, gust şi aromă specifice.

Brânza Parmezan are consistenţa tare, fapt ce permite păstrarea ei o perioadă foarte lungă (mai mulţi ani). Se obţine din lapte de vacă normalizat la 2,0-2,2 % grăsime şi nepasteurizat.

Coagularea se desfăşoară timp de 15-20 minute la temperatura de 32-34 ^{0}C, după care coagulul este bine mărunţit şi apoi amestecat 20 de minute cu separarea abundentă a zerului. După un repaus se scoate o parte din zer şi se procedează la a doua încălzire în două trepte. O primă treaptă timp de 10-15 minute la 45-47 ^{0}C, când coagulul pierde din luciu şi capătă elasticitate, apoi în faza a doua timp de 15-20 minute la 52-55^{0}C, când deshidratarea este accentuată iar boabele de coagul leagă tot mai bine, coloraţia pastei în galben fiind evidentă.

La sfârşitul încălzirii se face o amestecare intensă a masei de coagul, cu eliminarea unei cantităţi importante de zer şi se lasă pentru depunere. După aceasta, coagulul se pune în forme cilindrice şi se presează timp de 24 de ore, progresiv şi cu întoarcerea periodică a formelor. La final formele se scot din presă şi se lasă 2-3 zile la zvântat în spaţii cu temperatura de 14-16 ^{0}C.

Sărarea formelor de brânză se face timp de 25-27 de zile cu saramură (40 g sare la 1 kg de brânză) la temperatura de 10-15 ^{0}C, cu întoarcere periodică a lor. La sfârşitul acestei perioade formele de brânză se pun pe rafturi la zvântare timp de 6-8 zile, apoi se spală cu apă călduţă şi se răzuiesc pe toată suprafaţa. Efectul urmărit este acela de a îndepărta eventualele mucegaiuri, dar şi pentru a asigura cojii acea consistenţă care să împiedice evaporarea apei şi extrudarea grăsimii în timpul maturării.

Prima etapă de maturare se desfăşoară timp de 5-6 luni în încăperi cu temperatura de 12-16 ^{0}C, cu întoarcerea formelor la intervale de 4-5 zile. A doua etapă de maturare presupune curăţirea brânzeturilor de mucegai, tratarea cojii cu ulei de in pentru oprirea procesului de deshidratare şi păstrarea în spaţii cu umiditate de 75-80 % timp de 8-10 luni, timp în care pe suprafaţa brânzei se aplică un strat de vopsea specială. Procesul de maturare poate continua 3-4 ani, brânzeturile obţinute putând fi păstrare la temperatura de 10-12 ^{0}C timp de până la 15-20 de ani.

Brânza Cheddar, este tot un sortiment cu consistenţă tare şi durată de păstrare mare, specific acesteia fiind procesul de acidifiere a caşului, operaţie numită şi cedarizare.

Materia primă o constituie laptele de vacă cu 3,4-3,6 % grăsime, 85 % crud în amestec cu 15 % lapte pasteurizat. Maiaua de producţie, în proporţie de 1,5-1,7 %, conţine bacterii lactice de tipul Streptococcus lactis, diacetilactis şi cremoris, la care se mai adaugă 0,1-0,2 % o maia din Lactobacillus helveticus şi Streptobacterium casei. În această fază se mai adaugă în lapte colorant alimentar (4-8 g/100 litri şofran) şi clorură de calciu (20 g/100 litri).

Coagularea se desfăşoară timp de 30-35 de minute la o temperatură de 30-35 ^{0}C. Prelucrarea presupune mărunţirea treptată a boabelor de coagul cu eliminarea zerului urmată de încălzirea masei de coagul în două trepte: o primă treaptă la 37 ^{0}C cu amestecare continuă, urmată de a doua la 42 ^{0}C, când se separă cea mai mare parte din

zer iar boabele de caş se aşează în vană sub formă de strat gros de 15-20 cm, urmat de o presare a masei de coagul.

Cedarizarea începe cu tăierea în forme paralelipipedice ale masei presate şi aşezarea lor în vana specială, la care evacuarea zerului se face prin zona centrală. Se închide capacul vanei şi se introduce abur până temperatura ajunge la 35-38 ^{0}C. La intervale de 10 minute bucăţile de caş se întorc şi se aşează pe trei straturi. Ca urmare a creşterii temperaturii, fermentaţia lactică este stimulată, se formează tot mai mult acid lactic şi care determină acumularea unei cantităţi din ce în ce mai mari de paracazeinat monocalcic în masa de caş care, se înmoaie, se întinde şi se desface în straturi. Procesul de cedarizare se opreşte atunci când aciditatea caşului a ajuns la 220 ^{0}T, de regulă procesul durând între 100-120 de minute.

Brânza cedarizată este tăiată sub formă de tăiţei mari, se sărează cu 2,5-3,0 kg sare pentru 1000 litri de lapte, după care se introduce în forme cilindrice unde se presează progresiv timp de 30-40 de ore. Se scoate din forme şi se supune prematurării timp de 12 zile în camere cu temperatura de 10-12 ^{0}C şi umiditatea relativă de 75-80 %, cu întoarcerea şi ştergerea periodică a mucegaiului, la final formele de brânză se parafinează.

Maturarea propriu-zisă se desfăşoară timp de 3 luni în camere cu temperatura de 6-10 ^{0}C, umiditatea relativă de 75-80 %, cu întoarceri periodice, după care formele de brânză se parafinează din nou.

7.2. Fabricarea brânzeturilor frământate

Brânzeturile frământate sunt produse originare din zona montană, obţinute din lapte de oaie, după procedee simple şi care presupun prepararea caşului de oaie şi apoi a brânzei propriu-zise.

Brânza de putină, specifică zonei Moldovei, presupune închegarea caşului de oaie cu cheag timp de 45-60 de minute, la temperatura de 30-32 ^{0}C. Coagulul se taie în bucăţi şi se mărunţeşte pentru obţinerea boabelor de coagul de mărimea unei nuci sau chiar mai mici, după care se strânge cu o sedilă şi se frământă uşor pe o crintă, timp în care se scurge o mare parte din zer. Sedila se leagă şi se atârnă pentru scurgerea zerului, uneori cu uşoare presări a masei, scurgerea fiind considerată încheiată atunci când picăturile de zer sunt mici şi rare.

Caşul rezultat de la scurgere trebuie maturat timp de 3-6 zile în spaţii cu atmosferă controlată (temperatura de 12-15 ^{0}C, cu întoarcere periodică a caşului). La finalul maturării caşul are o culoare gălbuie, miros şi gust specifice, cu goluri în întreaga masă a sa.

Pentru obţinerea brânzei frământat, caşul se taie în felii subţiri, după îndepărtarea cojii, se supune mărunţirii cu maşini de tocat, în urma căreia rezultă o pastă fină şi cu structură omogenă. Se adaugă 3-4 % sare peste pasta de brânză care, se amestecă bine şi se trece prin valţuri pentru a omogeniza pasta. Astfel pregătită, pasta de brânză se introduce în putini de lemn căptuşite cu hârtie pergament, se presează bine pentru eliminarea aerului şi se închid cu capace pentru a nu permite contactul cu aerul, după care putinile se pun la maturare două săptămâni în spaţii cu temperatura de 14-16 ^{0}C.

Brânza de burduf este de asemenea specifică regiunilor montane, dar se fabrică şi în sistem industrial. Tehnologia presupune obţinerea caşului de oaie care, este asemănătoare ca la brânza de putină, cu mici deosebiri ce ţin de specificul zonei.

Caşul maturat se taie în bucăţi mici şi se mărunţeşte pe maşini de tocat, se sărează uscat cu 2,5-3,5 % sare, se frământă bine până când rezultă o pastă omogenă cu gust uşor sărat. Dacă este necesar pasta se poate omogeniza şi prin trecerea ei pe valţuri.

Preparată astfel, pasta de brânză se pune în piele de oaie (burduful) şi care a fost pregătită, respectiv tratată corespunzător, presată bine pentru eliminarea cât mai completă a aerului, urmată de înţeparea pe alocuri a burdufului pentru a permite scurgerea zerului care se eliberează din pasta de brânză. Mărimea burdufului poate varia de la 2-3 kg, când se folosesc bucăţi din piele de oaie şi până la 50-60 kg când se folosesc piei întregi de oaie.

Maturarea brânzei de burduf se desfăşoară timp de 10-14 zile în spaţii cu temperatura de 12-15 ^{0}C şi umiditatea relativă a aerului de 80-85 %, în final produsul având o consistenţă moale, untoasă şi gustul specific.

Brânza în coajă de brad este un produs care se face de obicei în stânile montane, după un proces asemănător cu cel al brânzei de burduf, cu deosebirea că maturarea se face după ambalarea pastei de brânză în coajă de brad. Acest lucru permite imprimarea unei arome specifice de material răşinos produsului final.

7.3. Fabricarea brânzeturilor opărite

Fabricarea brânzeturile opărite se bazează pe proprietatea cazeinei de a se întinde în fire (a căpăta proprietăţi plastice), în anumite condiţii de temperatură şi aciditate. Practic se produce o demineralizare a coagulului, când fosfocazeinatul de calciu elimină o parte din calciul combinat.

Produse originare din Italia (cunoscute încă din perioada romană), ele foloseau în exclusivitate laptele de oaie, actualmente fiind folosit şi laptele de vacă simplu sau în amestec cu cel de oaie. În funcţie de consistenţa pastei brânzeturile opărite, denumite caşcavaluri, se fabrică în trei variante: cu pastă tare, cu pastă semitare şi cu pastă moale.

Caşcavalul cu pastă tare se obţine din lapte de oaie şi cuprinde două faze: pregătirea caşului şi fabricarea efectivă a caşcavalului.

Laptele normalizat şi pasteurizat se încheagă cu culturi selecţionate timp de 30-45 de minute la temperatura de 32-35 ^{0}C. Prelucrarea coagulului presupune tăierea şi amestecarea sa timp de 10-15 minute, până la obţinerea unor boabe de mărimea mazării, urmată de amestecarea energică timp de 5-10 minute cu amestecătorul. Se obţine în acest fel o bună deshidratare a masei de coagul, proces care este continuat prin încălzirea a doua la 38-40 ^{0}C, timp în care masa este supusă unei amestecări continue.

După încălzirea a doua, boabele de coagul se adună şi se presează pe fundul vanei, după care se pun într-o sedilă la scurs, cu mărunţire pentru favorizarea eliminării zerului. Caşul se presează până la realizarea unei umidităţi de 46-48 %, fiind lăsat apoi în camere la temperatura de 22-24 ^{0}C pentru fermentare, până la obţinerea unui pH de 4,8-5,0, considerată valoarea optimă pentru opărire.

Operaţia specifică fabricării caşcavalului este opărirea şi ea asigură caşului acele însuşiri plastice precum consistenţă şi elasticitate, cu pierderi minime de substanţă uscată sau grăsimi. Pentru aceasta caşul se taie în felii sau bucăţi mici şi se amestecă cu apă fierbinte la temperatura de 70-75 ^{0}C (la unele sortimente poate ajunge şi la 85 ^{0}C), timp de 1-2 minute cu amestecarea continuă a masei de caş cu spatule, astfel că masa de caş

devine o pastă moale şi elastică şi are temperatura finală de circa 55 ^{0}C. Pentru eliminarea apei caşul opărit se frământă manual, se întinde de câteva ori şi se suprapune în straturi, cu sărarea uscată a fâşiilor de caş opărit. Sărarea se poate face şi în timpul opăririi caşului, adăugând o saramură cu concentraţia de 8-12 %.

Pasta caldă se pune în forme cilindrice sau paralelipipedice de diferite mărimi, prevăzute cu la interior cu tifon pentru absorbirea zerului, se lasă timp de 24 de ore cu întoarcere periodică a formelor, după care se scot din forme şi se aşează pe rafturi în camere aerate pentru zvântare.

Procesul de maturare a caşcavalului durează aproximativ trei luni şi se desfăşoară în spaţii cu temperatura de 16-20 ^{0}C şi umiditate de 85 %, cu întoarcere periodică a formelor. În primele zile de maturare se poate aplica o uşoară sărarea uscată a formelor, ceea ce grăbeşte formarea cojii.

După terminarea maturării formele de caşcaval se spală, se zvântează şi se acoperă cu parafină, depozitarea fiind făcută în spaţii reci la temperaturi de 4-8 ^{0}C şi umiditate de 85-90 %.

Caşcavalul cu pastă semitare se obţine după o tehnologie asemănătoare celui cu pastă tare, cu deosebirea că opărirea şi prelucrarea caşului opărit se face astfel încât umiditatea pastei este mai mare.

Sărarea formelor de caşcaval se face cu saramură de 22-24 % concentraţie, timp de 24 de ore şi ea poate fi completată cu sărare uscată în timpul zvântării şi după aceasta.

Maturarea caşcavalului cu pastă semitare se face timp de 45 de zile la temperaturi joase şi umiditate ridicată, din care cauză şi cantitatea de apă din produs se păstrează.

Caşcavalul cu pastă moale se fabrică din lapte de vacă şi are o tehnologie asemănătoare produselor cu pastă semitare, conţinutul în apă fiind superior acestora.

În afara acestor produse caracteristice, în industria alimentară de mai regăsesc şi alte tipuri de produse precum caşcavalul afumat (cu pastă tare, împletit sau în forme cilindrice, paralelipipedice, respectiv pară-Provolone) caşcaval crud (Mozzarella, este un caşcaval care se consumă imediat după maturare), păpuşi de caş (cu pastă tare, sărate în saramură şi afumate la rece), etc.

7.4. Fabricarea salamurilor crude, de durată

Salamurile crude, de durată sunt preparate din carne la care materia primă este supusă unor procese fermentative, catalizate de enzimele proprii fibrelor musculare, enzime produse de bacterii, mucegaiuri şi drojdii utile. Desfăşurate pe întreaga durată de fabricaţie, aceste procese se produc la temperaturi scăzute.

În raport cu procesul tehnologic aplicat se deosebesc următoarele tipuri de salamuri: salamuri crude afumate (caracteristic este salamul de Sibiu), salamuri şi cârnaţi cruzi etuvaţi şi afumaţi (salam Danez, cârnaţi de Parma), salamuri crude etuvate şi presate (babic, ghiuden).

Procesul tehnologic de fabricare a salamurilor crude, de durată are în principiu următoarele faze: pregătirea materiei prime (tranşare, dezosare, alegere), scurgere şi zvântare, pregătirea compoziţiei, umplerea membranelor, afumare, maturare şi uscare.

Materiile prime folosite la fabricarea salamurilor crude sunt carnea de bovine, de porc, de oaie şi slănina de porc. Ele trebuie să corespundă din punct de vedere calitativ unor cerinţe specifice privind compoziţia şi structura, capacitatea de tamponare şi reţinere

a apei, raportul apă/proteine şi grăsime/proteine, etc. Atât carnea cât şi slănina se refrigerează la 2-4 ^{0}C şi se păstrează timp de 72 ore pentru a favoriza pierderile în apă.

Ca materiale auxiliare la fabricarea salamurilor crude se folosesc zaharuri (zaharoză, maltoză, glucoză, în procent de 0,2-1 %) ca sursă de energie pentru microfloră, azotaţi şi azotiţi, acid ascorbic, izoascorbic, glucano-δ-lactonă, sare şi condimente.

Carnea şi slănina se supun maturării, pentru a putea lega între ele, după care se toacă mărunt până la fineţea dorită, spre final fiind adăugate ingredientele. Pasta obţinută este contaminată cu o microfloră formată din mucegaiuri, drojdii şi bacterii, cu rol hotărâtor în procesul de înroşire, în formarea acidităţii şi aromei salamurilor.

Un rol foarte important îl au mucegaiurile care contribuie la reglarea schimbului de umiditate şi gaze, inhibarea fenomenului de râncezire şi formarea aromei.

Umplerea membranelor se execută pe maşini de umplut care realizează comprimarea şi dezaerarea pastei, respectiv cu un şpriţ prevăzut cu dozator. Membranele naturale sau artificiale se taie la lungimea necesară şi se pregătesc după caz: desărare, spălare, sortare pe calibre, legare la un capăt, scurgere şi zvântare la maţele naturale, respectiv înmuiere, scurgere, zvântare şi legare la un capăt la membranele artificiale.

Maturarea este un proces ce cuprinde fenomenele de înroşire sau fixare a culorii (fixarea oxidului de azot la mioglobină dă naştere la azoximioglobină, substanţă care imprimă salamului culoarea roşie), legare a pastei (proces fizico-chimic în care albumina din carne are un rol important) şi aromatizare.

Salamurile crude se afumă la rece pe durata a câtorva zile, temperatura fumului nedepăşind 12 ^{0}C. Calitatea fumului depinde de temperatura de ardere, cele mai favorabile valori fiind cuprinse între 300-500 ^{0}C, când sunt puse în libertate suficiente substanţe aromatizante şi conservante.

Maturarea şi uscarea salamurilor crude se face de obicei la temperatura de 12-14 ^{0}C, umiditatea relativă a aerului de 80-83 % şi curent slab de aer.

Pe toată durata de fabricaţie pasta de carne suferă importante modificări de natură fizico-chimică, biochimică şi microbiologică.

În fazele de refrigerare, păstrare, scurgere şi zvântare în carne are loc scindarea glicogenului, scăderea conţinutului în fosfocreatină, eliberarea de amoniac, migrarea ionilor de Ca^{2+}, modificarea elasticităţii şi pH-ului, a capacităţii de reţinere a apei şi potenţialul oxidoreducător.

Procesul de maturare a cărnii se caracterizează prin modificări profunde ale sistemului proteic, al nucleotidelor şi acizilor nucleici, fiind evidenţiată o strânsă legătură între unele modificări fizico-chimice şi biochimice pe de o parte şi frăgezimea cărnii pe de altă parte.

Fazele de afumare, maturare şi uscare a salamurilor se caracterizează prin transformări importante la nivelul tuturor compuşilor.

În perioada de afumare zaharurile sunt transformate preponderent în acid lactic, iar prin heterofermentaţie şi în produse secundare (CO_2, acid acetic, alcool etilic), prezenţa pseudobacteriilor lactice din pastă determinând formarea unei cantităţi suplimentare de CO_2. După o perioadă de timp devin predominante procesele oxidative, când se consumă zaharurile reziduale şi acizii organici formaţi. Creşte cantitatea de CO_2 format şi din cauza apariţiei alcoolului etilic şi aldehidei acetice, produse rezultate prin decarboxilarea acidului lactic şi piruvic.

Proteinele suferă o scădere a solubilităţii pe toată durata afumării şi maturării. Are loc o acumulare de aminoacizi datorată enzimelor proprii ţesutului muscular, dar şi activităţii proteolitice a microflorei ce contaminează compoziţia pastei. O parte dintre aminoacizii liberi sunt folosiţi la dezvoltarea unor microorganisme, intrând în circuitul lor metabolic şi care reprezintă un ansamblu de procese de sinteză şi degradare. Aminoacizii liberi sunt asimilaţi atât pentru producerea de noi proteine, cât şi pentru transformarea în alţi compuşi prin reacţii de oxidoreducere, decarboxilare şi dezaminare.

Enzimele acumulate în această perioadă dau fenomene secundare ce constau în reacţii de degradare a aminoaciziloz, cu formare de amoniac, amine, acizi, aldehide, cetone, etc.

Lipidele din pasta salamului suferă transformări hidrolitice şi oxidative. Lipoliza constă în scăderea gliceridelor prin trecerea lor în acizi graşi liberi superiori şi glicerină, reacţie însoţită de hidroliza fosfolipidelor şi esterificarea colesterolului, procesul continuând şi în perioada de păstrare a produsului finit. Prin oxidarea grăsimii sub acţiunea oxigenului şi lipoxidazelor se formează hidroxiperoxizi, compuşi carbonilici şi acizi graşi liberi inferiori.

Toate aceste transformări au efecte asupra caracteristicilor organoleptice ale salamului. Astfel acizii graşi superiori contribuie, prin produşii lor de oxidare (cetone, aldehide, acizi graşi inferiori), la formarea gustului şi aromei specifice, alături de alte substanţe existente în pastă.

În procesul de maturare-uscare se produce o scădere continuă a umidităţii produsului, o creştere a conţinutului de clorură de sodiu, precum şi o creştere neuniformă a pH-ului. Umiditatea scade de la 55 % în faza iniţială la 25 % în zona exterioară a batonului şi 39 % în interiorul acestuia. Pasta are un pH iniţial de 6,15, în timp ce salamul maturat are un pH de 6,35 în interior şi 6,8 la exterior. Conţinutul în sare creşte după maturare de la un procent iniţial de 2,9 %, la 3,8 % în zona exterioară şi 5,6 % în zona interioară.

Salamuri crude afumate. În ţara noastră se fabrică din această categorie salamul de tip “Sibiu”, după schema tehnologică din figura 7.2.

Materia primă pentru fabricarea salamului o constituie carnea de porc şi slănina tare, refrigerate timp de 12 ore la 2-4 ^{0}C. Tranşarea, dezosarea şi alegerea cărnii se execută în spaţii igienice şi climatizate la 8-10 ^{0}C. După tăierea în bucăţi, carnea este amestecată pentru omogenizare şi pusă în tăvi perforate. Acoperite cu pânză albă de sedilă, tăvile se introduc în camere climatizate pentru scurgere, zvântare şi întărire, respectându-se parametrii din tabelul 7.1. Slănina se alege, se taie în cuburi şi se congelează la -7…..-10 ^{0}C. După stabilirea raportului în care se află componentele pastei, acestea se amestecă şi se mărunţesc prin cuterizare până la un diametru de cca 2 mm, spre sfârşitul tocării fiind adăugate condimentele şi alte substanţe, conform reţetei de fabricaţie.

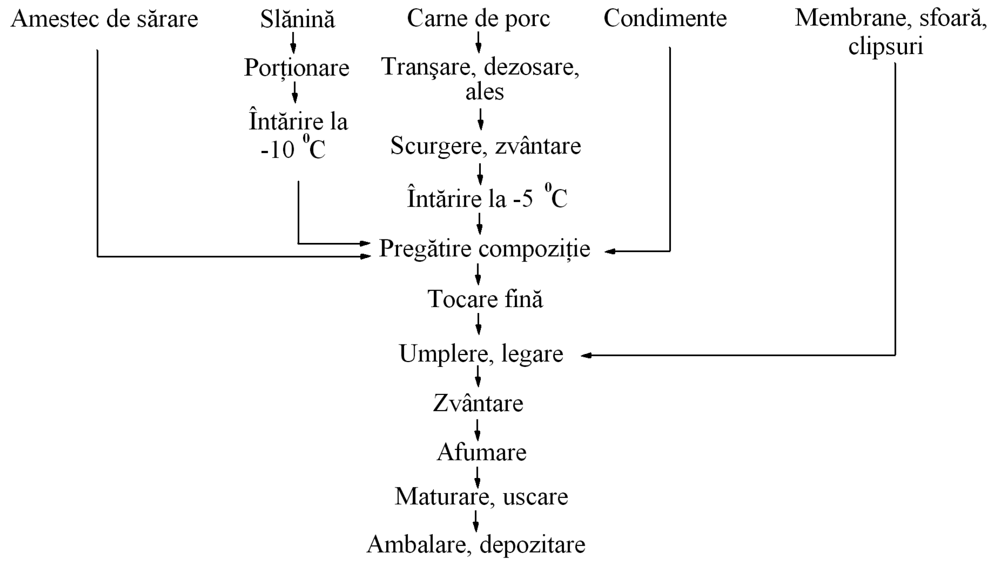


Fig. 7.2. Schema tehnologică de fabricare a salamului crud afumat tip "Sibiu"

Tabelul 7.1. *Parametrii etapelor de scurgere, zvântare şi întărire*

Parametrul	Scurgere	Zvântare	Întărire
Temperatura aerului, în ^{0}C	2-4	-1……+1	-5…….-7
Umiditatea relativă a aerului, în %	85-90	85	80-95
Viteza aerului, în m/s	0,5	0,8	1.0
Durata etapei, în h	48	12	12

După umplere batoanele se zvântă timp de 48 ore în tunele de afumare la 4-6 ^{0}C, umiditate relativă a aerului de 80-85 % şi circulaţie moderată, urmată de afumare care se desfăşoară timp de 5-10 zile la 9-12 ^{0}C, umiditate relativă de 85-90 % şi cu circulare a amestecului aer-fum.

Maturarea şi uscarea salamului se realizează în depozite speciale cu aer condiţionat, în trei faze ce însumează 90 zile, cu temperatura aerului de 12-14 ^{0}C şi umiditate relativă ce scade de la 85-92 % în prima fază, până la 70-80 % în faza ultimă. La finele acestei operaţii pierderile în greutate ale salamului ajung la 42 %, iar umiditatea produsului la 35 %.

Salamuri crude etuvate şi afumate. Sunt preparate obţinute din carne de porc sau bovină, slănină de porc, sare şi condimente, umplute în membrane naturale sau sintetice. Aceste produse se supun operaţiei de etuvare urmată de uscare sau de afumare şi uscare. Din cea de a doua grupă, la noi în ţară se fabrică salamuri tip Dunărea, Danez, Bucegi, şi cârnaţi Slănic, Parma sau Mediaş, caracterizate prin 25-35 % umiditate, 40-45 % conţinut în grăsime, 15-25 % conţinut în proteine, 4-5 % conţinut în săruri minerale.

Procesul tehnologic de fabricaţie (fig. 8.3) cuprinde următoarele operaţii principale: pregătirea compoziţiei, umplere şi legare în membrane, etuvare, zvântare, afumare, maturare şi uscare.

Operaţia specifică acestor produse este etuvarea, care constă în asigurarea unei atmosfere capabilă să absoarbă din salamuri o cantitate determinată de vapori de apă. Etuvarea urmăreşte, pe lângă reducerea umidităţii produsului şi activarea proceselor

microbiologice (mai ales a bacteriilor lactice), contribuind la acidificarea rapidă a compoziţiei.

Procesul de etuvare se desfăşoară în tunele de afumare fără fum şi circulaţie a aerului, timp de 12-72 ore la temperatura de 22-24 ^{0}C şi umiditatea aerului de 80-85 %.

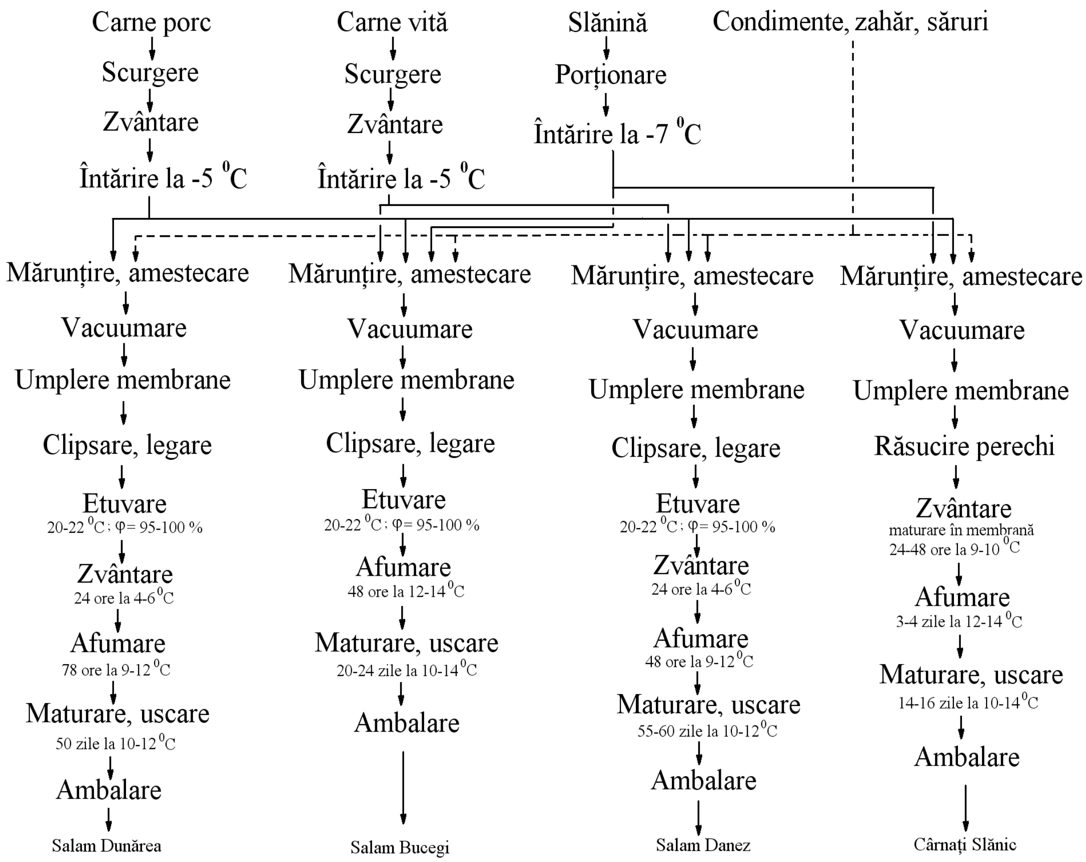


Fig. 7.3. Schema tehnologică de fabricare a salamurilor crude etuvate

Salamuri crude uscate şi presate. Procesul tehnologic de fabricaţie este asemănător cu cel al salamurilor crude afumate (fig. 7.4), cu deosebirea că după umplere produsele se supun unei uscări în curent puternic de aer. Din această categorie de produse la noi se fabrică ghiudenul şi babicul, materia primă constituind-o carnea de oaie şi de bovină.

Ghiudenul se fabrică din 80 % carne de oaie şi 20 % carne de bovină. Bine aleasă, carnea se taie în bucăţi mici, se aşează în tăvi sau recipiente din inox perforate şi se lasă la scurs timp de 48 ore la 4-5 ^{0}C, urmat de zvântare la –1…+1^{0}C, umiditatea aerului de 90 % şi viteza curentului de aer de 0,2-0,4 m/s, astfel că în final pierderea în greutate este de cca 15 %.

Carnea zvântată se amestecă cu materialele auxiliare (sare, azotat de sodiu, boia de ardei, usturoi, piper, enibahar, cuişoare, etc.) până la omogenizare, după care se toacă la volf. Pasta obţinută se presează în tăvi pentru eliminarea aerului şi se depozitează în spaţii răcite.

Umplerea se face în maţe subţiri de bovină care se leagă sub formă de potcoavă, fiind urmată de uscare şi maturare timp de 10 zile, interval în care produsele sunt supuse la două presări.

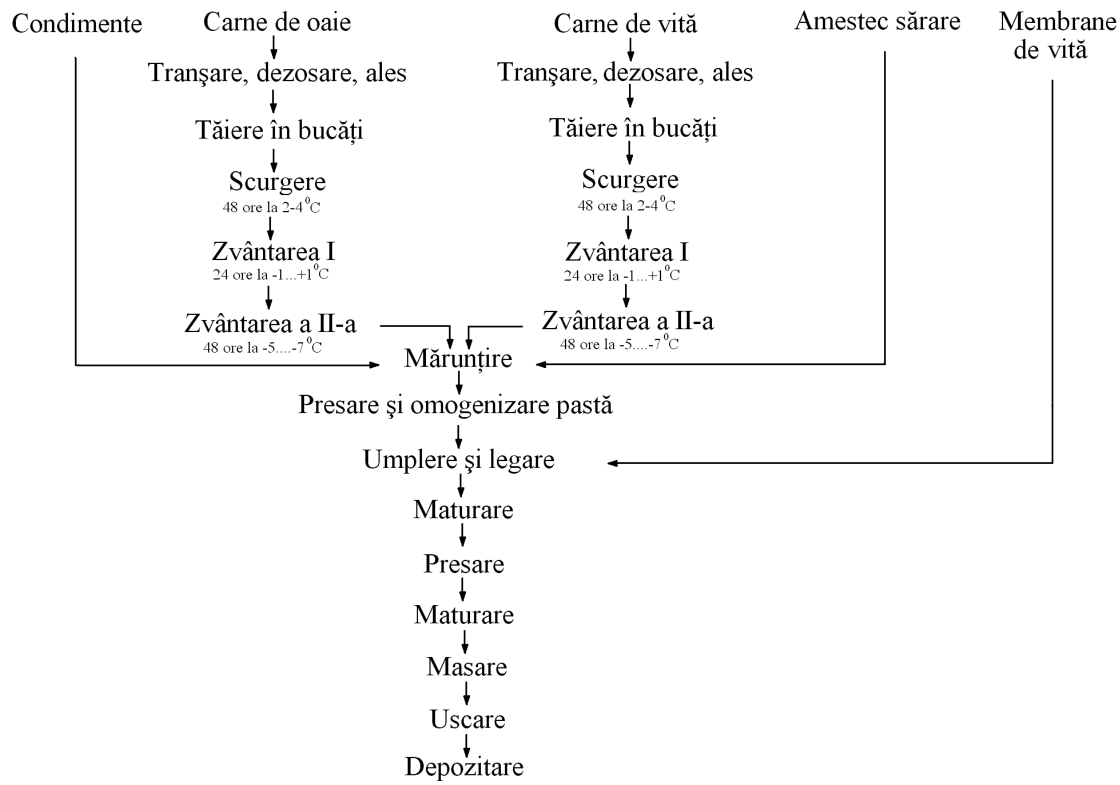


Fig. 7.4. Schema tehnologică de fabricare a salamurilor crude uscate şi presate

Babicul se fabrică din 50 % carne de oaie şi 50 % carne de bovină. Pregătirea pastei este similară ca la ghiuden, umplerea fiind făcută în rotocoale de vită rezultând batoane lungi de 45 cm.

Faza de maturare începe cu presarea batoanelor timp de 24 ore, după care acestea se pun la uscat timp de 10 zile, perioadă în care se execută o masare şi două presări ale batoanelor.

VIII. CONSERVAREA ALIMENTELOR PRIN PROCESARE MINIMĂ ATERMICĂ ȘI TERMICĂ

În industria alimentară au apărut tehnici noi de conservare a alimentelor, ce folosesc alte metode de conservare decât cele prezentate până acum. Ele nu modifică semnificativ prospețimea produselor, dar conferă o bună stabilitate în timp a produselor alimentare.

8.1. Conservarea alimentelor la presiuni înalte

Prin supunerea alimentelor la presiuni înalte (100-1000 MPa) se produc modificări la nivel celular în alimente. Astfel legăturile covalente nu sunt afectate de presiunile înalte, în timp ce legăturile secundare sunt afectate, selectivitate pe care se bazează metoda. Prin supunere la presiuni înalte se distruge structura moleculelor mari sau a celor celulare precum protide, enzime, în timp ce moleculele mici precum vitamine, aminoacizi, coloranți, arome, nu sunt afectate. În consecință substanțele cu rol nutritiv și senzorial î-și păstrează structura, în timp ce se modifică funcționalitatea structurilor moleculare mari și a structurilor celulare.

Ca urmare a tratamentului cu presiuni înalte se produce o inactivare și distrugere a microorganismelor dăunătoare, la nivelul vegetativ dar și sporulat, denaturare a protidelor și a poliglucidelor, inactivare a enzimelor, modificări la nivelul structurii cristaline. Aceste modificări sunt asemănătoare ca efect cu tratamentul termic aplicat prin metode clasice.

O presiune de 300-400 MPa determină inactivarea formelor vegetative ale microorganismelor la temperatura ambiantă, însă există o influență a acidității și compoziției alimentelor care determină o rezistență variată a microorganismelor la presiuni înalte. Acest lucru face ca fiecare aliment în parte să fie supus unei presiuni diferite pentru a obține același efect de conservare. Pe de altă parte, prezența unor aditivi alimentari și a bioxidului de carbon în cantități mici, determină o scădere a presiunii necesare distrugerii microorganismelor.

Un aspect important al efectului presiunilor înalte este acela că pe măsură ce crește presiunea, scade punctul de topire al gheții, astfel că la 200 MPa acesta ajunge la -20 ^{0}C, fapt ce permite conservarea unor alimente la temperaturi scăzute fără congelarea lor.

În funcție de modul în care se prezintă produsele alimentare, presurizarea se poate realiza discontinuu la produsele solide și continuu la produsele lichide.

Practic produsul este introdus într-un mediu de tip apă, apă-ulei, incompresibil și care transmite presiunea la produsul alimentar aflat într-un ambalaj flexibil. În aceste condiții presiunea este transmisă uniform și instantaneu, timpul de aplicare a presiunii nefiind dependent de mărimea, forma sau starea produsului alimentar.

Două moduri de realizare a presurizării sunt folosite în practică:

▪ directă, la care pistonul unei pompe comprimă mediul într-o cameră cu volum variabil (fig. 8.1.); aici dispozitivul de presurizare lucrează ca un amplificator de presiune și se folosește la produse mici;

▪ indirectă, unde volumul de lucru al camerei de presurizare este constant, mediul de presiune fiind trimis de către o pompă de medie presiune și un amplificator de înaltă presiune (fig. 8.2.).

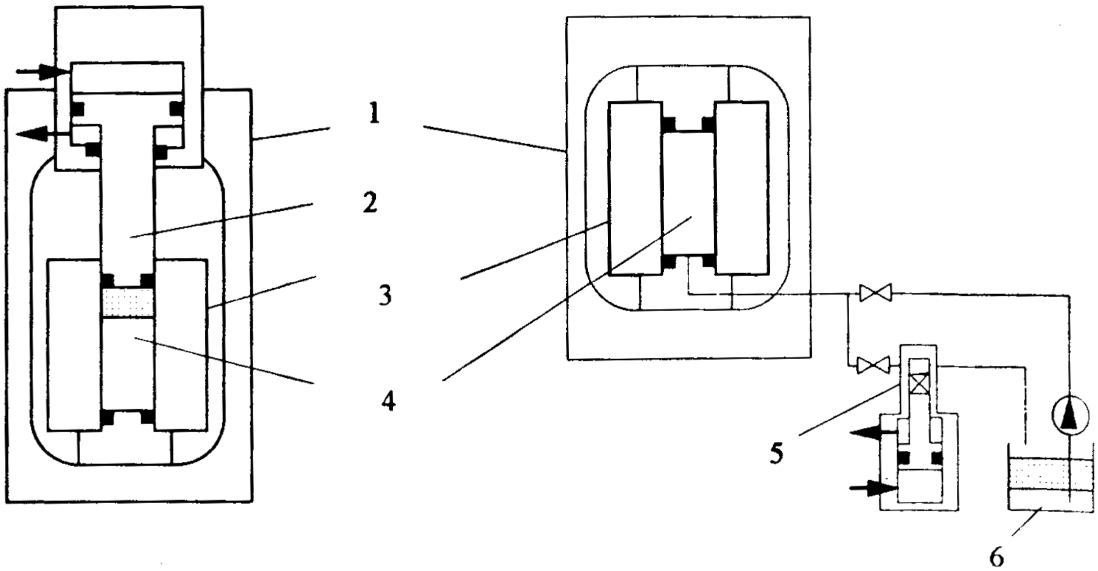


Fig. 8.1. Schema instalației de presurizare directă (Mertens 1993): 1- presă; 2- piston; 3- incintă presurizată; 4- mediu de presiune; 5- amplificator de presiune; 6- vas de presiune medie

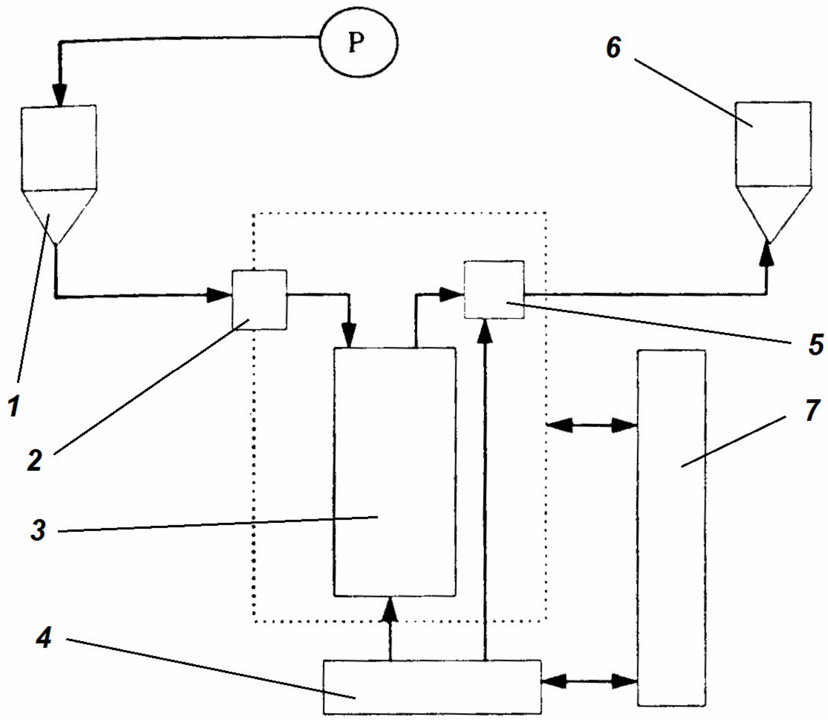


Fig. 8.2. Schema instalației de presurizare indirectă (Janke 1993): 1- rezervor alimentare produs; 2- ventil admisie; 3- rezervor presiune; 4- generator de presiune; 5- ventil evacuare; 6- rezervor colectare produse; 7- bloc automatizare.

Realizarea instalațiilor de presiune înaltă prezintă unele probleme sub aspectul costurilor și de aceea extinderea lor la scară industrială este limitată. Au fost realizate și

variante cu capacități de lucru ridicate, sub formă de vase multiple cu capacități mai mici, dar care lucrează în sistem paralel.

O aplicație practică o constituie înlocuirea termosterilizării la fabricarea gemului de fructe cu tratament la presiuni înalte și care, prin inactivarea parțială a enzimelor, asigură o păstrare pe durate de minim 2 luni, fără a-i afecta gustul și aroma naturală.

Un alt domeniu este cel al tratării sucurilor de fructe cu presiuni de 150-500 MPa timp de 1-5 minute la temperatura ambiantă, având ca efect inactivarea totală a formelor vegetative.

8.2. Conservarea alimentelor cu radiații ionizante

Folosirea radiațiilor ionizante în conservarea alimentelor este determinată de efectul acestora asupra microorganismelor prezente în alimente. De regulă sunt necesare surse de radiații cu energie și intensitate ridicate pentru ca efectul de conservare să poată fi realizat. Aceste radiații ionizante determină modificări la nivelul alimentelor prin generarea de radicali liberi cu reactivitate mare și care produc deteriorarea condițiilor de viață ale microorganismelor și bacteriilor ce se regăsesc în alimente, mergând până la distrugerea lor, ca de altfel și a sistemului de reproducere. În același timp apar și unele efecte nedorite precum modificarea sau distrugerea unor vitamine cu formarea de noi produși.

Glucidele din alimentele tratate cu radiații ionizante sunt mai labile la efectul de depolimerizare, astfel că crește riscul la îmbrunare și formare de produși oxidativi.

Protidele, compuși ce se găsesc într-un mediu apos specific alimentelor, suferă modificări importante fiind mai sensibile la modificările de temperatură, se reduce concentrația în aminoacizi, se modifică vâscozitatea, apar fenomene de denaturare, polimerizare sau scindare a lor, iar în cazul cărnii se observă o mărire a concentrației de azot solubil pe durata păstrării.

Lipidele supuse iradierii suferă, în funcție de nivelul tratamentului, reacții de hidroliză, scindare, oxidare, precum și reacții complexe de polimerizare, izomerizare, hidrogenare, etc. Toate aceste reacții determină o modificare a caracteristicilor organoleptice ale lipidelor și a valorii nutritive, în unele cazuri chiar a inocuității lor.

Vitaminele și enzimele catalizatoare de reacții chimice sunt afectate în mod diferit. Astfel, vitamina C este mult mai sensibilă la iradiere față de vitaminele din grupa B și PP care sunt mai rezistente. Ca urmare a rezistenței ridicate a enzimelor, acestea trebuie inactivate înaintea supunerii alimentelor la iradiere în vederea sterilizării acestora.

În urma tratamentului de iradiere se constată o modificare a caracteristicilor organoleptice ale alimentelor sub aspectul culorii, mirosului și a gustului, nivelul fiind determinat de gradul de iradiere (crește cu acesta), ca de altfel și a texturii lor.

Ca surse de radiații se folosesc materiale radioactive, generatoare de radiații și acceleratoare de electroni. Trebuie făcută distincția între contaminarea radioactivă și iradierea produselor alimentare care nu induce acestora radioactivitate. Din această neînțelegere au apărut și multele reglementări și restricții în utilizarea radiațiilor ionizante ca metodă de conservare a alimentelor.

Materialele radioactive emit radiații de tip γ în timp ce acceleratoarele de electroni produc un flux comandat de radiații X.

Acceleratorul de electroni este alcătuit dintr-o sursă de energie electrică și un tub pentru dirijarea fascicolului de electroni supuși accelerării.

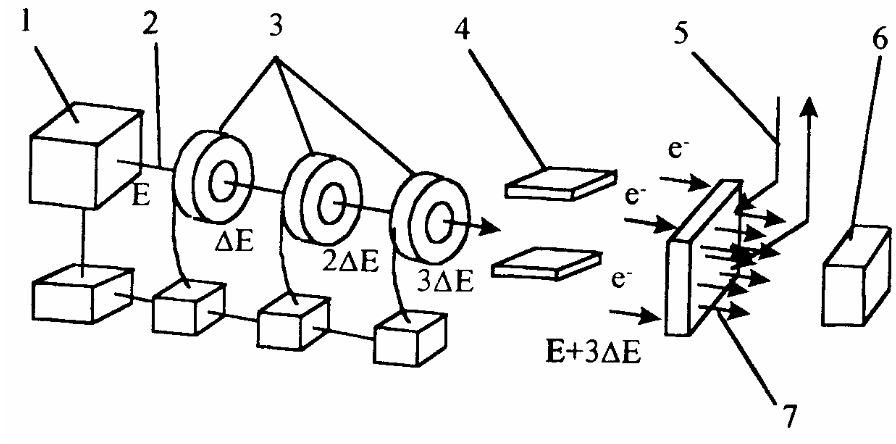


Fig. 8.3. Schema acceleratorului de electroni cu inducție (Mertens 1992): 1- injector de electroni; 2- traseul electronilor; 3- module de accelerare; 4- magnet; 5- apă răcire; 6- produs alimentar ambalat; 7- fascicul de radiații X.

Din punct de vedere constructiv acceleratoarele de electroni pot fi liniare (fig. 8.3.), la care tubul este format dintr-un ghidaj pentru radiația electromagnetică sau cu câmp electrostatic de înaltă tensiune, ce realizează accelerarea electronilor emiși de către un catod încălzit. Deoarece produsele alimentare sunt sub formă ambalată, este necesar ca acestea să se deplaseze în interiorul instalațiilor astfel încât toate părțile materialului să primească doza minimă de iradiere.

Instalațiile care folosesc materiale radioactive necesită măsuri speciale de protecție împotriva radiațiilor γ precum plăci de plumb sau beton baritat.

Doza de iradiere depinde de efectele biologice ce se urmăresc a fi realizate, criteriu după care se face următoarea clasificare (Brennan, 1990):

● radappertizare (10-50kGy): realizează sterilizare alimentelor prin iradiere sau reducerea activității microorganismelor la nivelul acceptat pentru sterilizare;

● radicizare (0,1-8 kGy): realizează reducerea numărului de microorganisme precum tenie, trichină și forme nesporulate în limite admisibile, fără a atinge nivelul sterilizării;

● radurizare (0,4-4 kGy): asigură mărirea duratei de păstrare ca urmare a reducerii formelor vegetative și a microorganismelor cu efecte de deteriorare a alimentelor;

● dezinsectizare radiantă (0,3-1 kGy): asigură distrugerea insectelor și a paraziților ce însoțesc alimentele;

● controlul procesului de coacere (0,1-1 kGy): permite întârzierea maturării legumelor și a fructelor;

● inhibarea încolțirii (20-150 Gy): întârzie apariția încolțirii la depozitarea legumelor și fructelor.

În practica alimentară utilizarea radiațiilor ionizante încă ridică numeroase semne de întrebare cu privire la rezistența microorganismelor la iradiere, dar și la efectul asupra organismului uman la consumul alimentelor conservate prin iradiere. Numeroasele cercetări experimentale au stabilit unele scheme de tratament prin iradiere simplă sau împreună cu alte metode de tratament și care au stabilit, cu deosebire la legume și fructe,

toleranța la iradiere cu doze sub 1 kGy (tabelul 8.1.), precum și efectul obținut (tabelul 8.2. și tabelul 8.3.).

Tabelul 8.1. *Toleranța relativă a legumelor și fructelor proaspete la iradiere (Kader, 1986)*

Toleranța relativă	Produsul
Ridicată	mere, cireșe, curmale, mango, nectarine, papaya, piersici, tomate, zmeură, căpșuni,
Moderată	caise, banane, smochine, grefe, portocale, pere, ananas, prune
Scăzută	struguri, lămâi, castraveți, mazăre, piper, măsline, frunzoase, conopidă, brocoli

Tabelul 8.2. *Efectul iradierii la unele legume și fructe (Kader, 1986)*

Doza (kGy)	Efectul obținut
0,05-0,15	inhibarea încolțirii tuberculilor, a bulbilor și a rădăcinoaselor, inhibarea creșterii la ciuperci și asparagus
0,15-0,75	distrugerea insectelor
0,25-0,5	întârzierea maturării la fructele tropicale precum banane, mango și papaya
>1.75	controlul bolilor după recoltare
1,0-3,0	dezvoltarea de arome noi, o înmuiere accelerată a țesuturilor
>3	coacere anormală, înmuiere accentuată a texturii, arome neplăcute, dezechilibre fiziologice

Tabelul 8.3. *Răspunsul legumelor și fructelor proaspete la iradiere (Akanine, 1983)*

Efectul	Răspunsul detectat	Produsul
Pozitiv	întârzierea coacerii	mango, papaya, banane
	întârzierea îmbătrânirii	caise, cireșe, papaya
	controlul bolilor la depozitare	tomate, căpșuni, smochine
Negativ	degradare după iradiere	pere, mere, struguri, castraveți, lămâi, portocale, grefe, măsline, avocado
	accelerarea maturării	nectarine, piersici
	sensibilitate redusă la ionizare	ananas

8.3. Conservarea alimentelor cu ajutorul câmpului electric pulsator

Principiul de acțiune a câmpului electric pulsator se bazează pe teoria ruperii dielectrice (fig. 8.4.). Pe baza acestui principiu, un câmp electric extern induce pe deasupra membranei un potențial electric și care determină separarea sarcinilor electrice în membrana celulară, fenomen care este folosit la distrugerea și inactivarea unor microorganisme.

Atunci când potențialul de transmembrană depășește valoarea critică de un volt, respingerea dintre moleculele încărcate cu sarcini electrice determină apariția unor pori la nivelul membranelor celulare, acest lucru depinzând de tipul celulei biologice, forma și

condițiile de dezvoltare. La potențialul critic sau puțin peste acesta modificările la nivelul membranei celulare, sub aspectul permeabilității, au caracter ireversibil. Pentru a obține moartea celulei potențialul critic realizat de câmpul electric trebuie să fie depășit cu mult, situație în care porii formați produc leziuni ale celulei.

Cercetările experimentale au stabilit pentru unele microorganisme în formă vegetativă care sunt intensitățile critice ale câmpului electric (13-16 kV/cm)

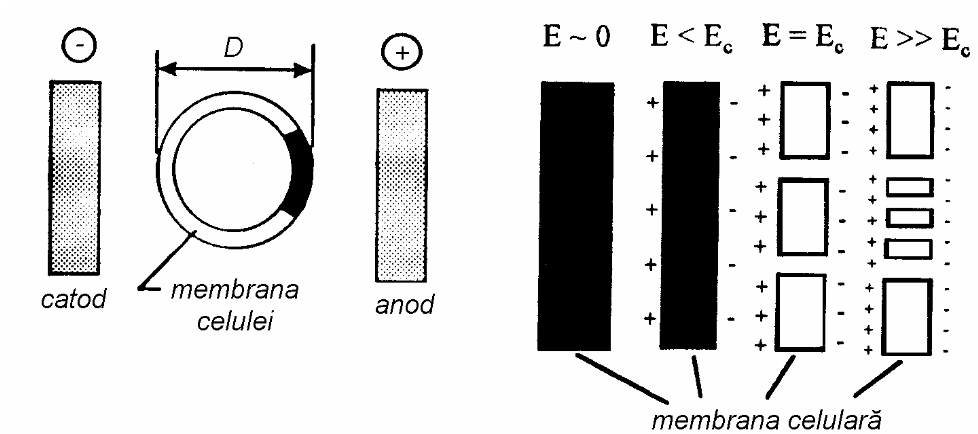


Fig. 8.4. Efectul câmpului electric pulsator asupra celulelor biologice și ruperea dielectrică (Krupp, 1988): E- intensitatea câmpului electric; E_c – intensitatea critică a câmpului electric.

Cu toate acestea, sporii genului Clostridium și ascosporii de Byssochlamys nu pot fi inactivați printr-un astfel de procedeu.

În prezent se desfășoară programe de cercetare cu privire la aplicarea câmpului electric pulsator în conservarea alimentelor, fiind cunoscute deja unele procedee de tratare precum Elsteril, ELCRACK sau CoolPure și care folosesc intensități mari de peste 25-30 kV/cm, în special la tratarea produselor fluide.

8.4. Conservarea alimentelor cu impulsuri ultrascurte de lumină

Ca metodă de conservare a alimentelor, utilizarea impulsurilor ultrascurte de lumină este de dată recentă și până în acest moment nu există o teorie adecvată și concretă, care să poată explica modul în care reacționează alimentele la acțiunea radiantă.

Sursele de impulsuri ultrascurte de lumină sunt instalațiile de tip laser și lămpile de tip flash. Spre deosebire de primele, lămpile tip flash prezintă unele avantaje precum randament energetic ridicat (60-70 %), suprafață de aplicare mare și construcție simplă.

În figura 8.5. este prezentată schema de principiu al unui laser care folosește o lampă tip flash cu descărcare în gaz. Lumina sub formă de spot transferă o parte din electroni pe un nivel energetic superior, iar la încetarea acțiunii spotului aceștia revin spontan pe nivelul inferior, cedând energia în exces.

Lămpile tip flash au în construcția lor un tub din cuarț optic topit, umplut cu gaz neutru la joasă presiune, căruia i se aplică o tensiune interioară. La bornele electrozilor se formează o tensiune la descărcarea unui bloc de condensatori, mediul care luminează fiind plasma formată în momentul străpungerii gazului neutru.

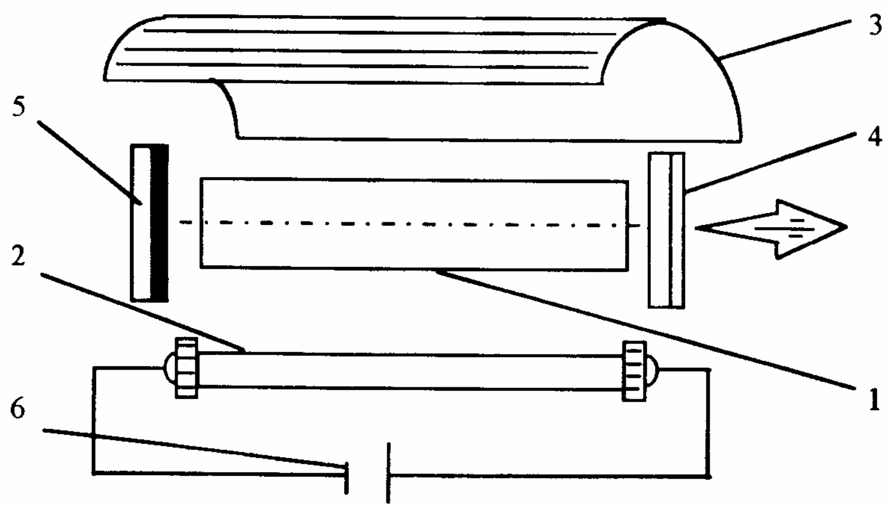


Fig. 8.5. Schema laserului cu pompaj optic: 1- element activ; 2- lampă pompaj; 3- reflector; 4- oglindă semiopacă; 5- oglindă opacă; 6- sursă alimentare.

Acțiunea impulsurilor de lumină ultrascurte a fost studiată în special la microflora de tipul Aspergillus, Penicillium și bacterii de tipul Bacillus, observațiile oferind date cu privire la nivelul de radiere la care se poate produce inactivarea lor sau reducerea activității acestora.

Studiile au fost extinse și asupra inactivării microorganismelor de la suprafața alimentelor, dar și a ambalajelor (fig. 8.6.). Deoarece sterilizarea ambalajului cu ajutorul impulsurilor de lumină este totală și fără a lăsa reziduuri, metoda este folosită în instalațiile de ambalare aseptică.

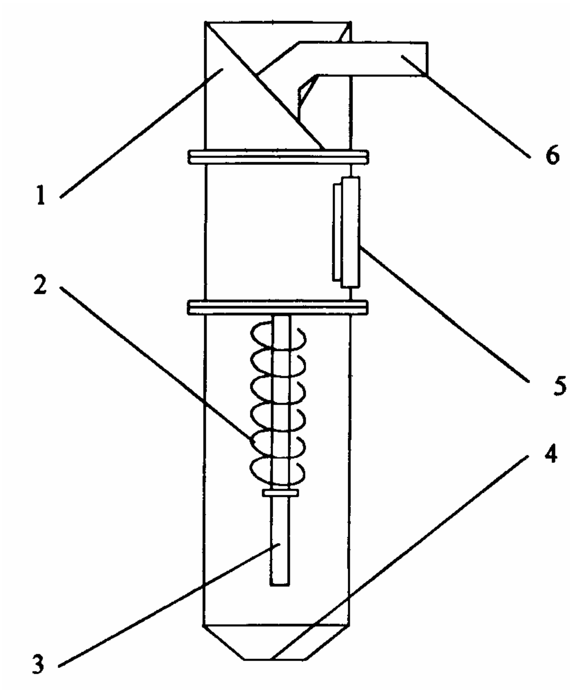


Fig. 8.6. Schema instalației de ambalare aseptică (Mertens, 1992): 1- materialul de ambalare; 2- lampa tip flash; 3- conductă introducere produs în ambalaj; 4- zona de tăiere și lipire; 5- dispozitiv de sudare ambalaj; 6- conductă alimentare cu produs

Tratamentul cu impulsuri ultrascurte de lumină se utilizează și la produsele alimentare sensibile la radiațiile ultraviolete, la nivele energetice care distrug microorganismele atât în formă vegetativă, cât și sporulată (tehnologiile PureBright).

Studiile cu privire la utilizarea impulsurilor ultrascurte de lumină au fost extinse și asupra înlocuirii sterilizării termice a sucurilor de fructe, efecte benefice fiind obținute în

cazul sucului de vișine, unde durata de păstrare a fost mărită considerabil.

Alte realizări în acest domeniu sunt mărirea duratei de păstrare la tomate refrigerate la cca 30 de zile, păstrarea aspectului proaspăt la pâine peste 15 zile sau purificarea apei și a unor alimente sub formă lichidă, transparente.

O altă aplicație a impulsurilor ultrascurte de lumină o constituie uscarea alimentelor, considerând că la suprafața de contact căldura degajată de energia luminoasă produce vaporizarea parțială a apei din straturile superficiale.

8.5. Conservarea alimentelor cu ajutorul ultrasunetelor

Oscilațiile elastice reprezintă vibrațiile periodice de stare a mediului, pentru propagarea sub formă de unde elastice fiind necesară prezența unui mediu natural, în acest caz un produs alimentar. Sunt destul de puține date cunoscute cu privire la utilizarea ultrasunetelor în industria alimentară, dar cercetările continuă în acest sens.

Undele sonore sunt caracterizate de către energia acustică, intensitatea acustică și presiunea acustică. Propagarea ultrasunetelor în medii elastice este însoțită de trei fenomene distincte: absorbția undelor sau amortizarea (micșorarea amplitudinii și a intensității cu îndepărtarea față de sursa de oscilație), dispersia ultrasonică și cavitația (fenomenul de rupere și refacere imediată a unui lichid sub acțiunea unor tensiuni mari sau a unor vibrații de presiune ridicată și brusce).

Un generator de ultrasunete este alcătuit din mai multe părți componente (fig. 8.7.) precum sursa de energie primară, emițătorul ultrasonic sau transductorul și elementele de fixare și adaptare acustică, respectiv elementele de transfer a energiei acustice.

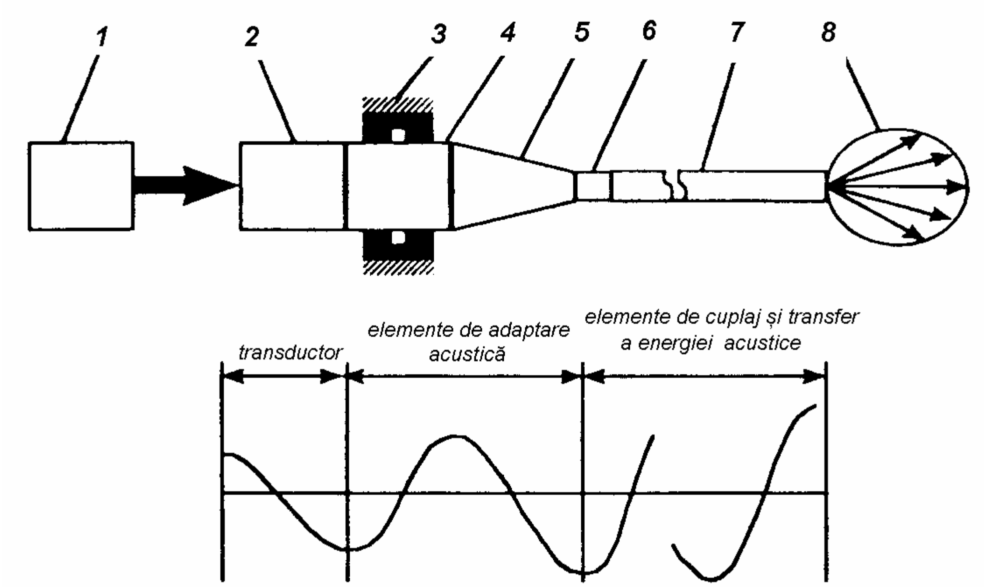


Fig. 8.7. Schema de principiu a unui sistem de prelucrare cu ultrasunete (Drăgan, 1983): 1- sursă de energie primară; 2- emițător ultrasonic; 3- sistem de fixare mecanică cu izolare acustică; 4- element de adaptare acustică; 5- concentrator de energie acustică; 6- cuplaj acustic; 7- element de transfer a energiei acustice (ghid de undă); 8- spațiu de tratament a produsului.

Reducerea încărcăturii microbiene ce determină alterarea produselor alimentare este frânată până la distrugere prin utilizarea ultrasunetelor care, la intensități mari produc

la interfața membranei celulare în stratul limită o cavitație violentă, cu producerea de energie (temperatură ridicată), presiune mare și microcurenți a căror intensitate este ridicată. Toate acestea au ca efect modificarea permeabilității peretelui celular până la ruperea sa, schimbarea structurii secundare a protidelor cu afectarea metabolismului celular și a funcțiilor genetice, rezultând moartea celulei.

Fenomenul cavitației stă la baza conservării sucurilor de legume și fructe, a măririi duratei de păstrare a vinului, berii și altor băuturi alcoolice, precum și a laptelui (frecvența de lucru fiind de 20-30 kHz, la temperaturi și durate de tratament specifice fiecărui produs alimentar). Prin cavitație cu ultrasunete se dezintegrează parțial sau total microorganisme precum bacterii dizinterice, bacilii tuberculozei, viruși, drojdii, mucegaiuri, bacterii și sporii acestora. Cu toate acestea, prin combinarea tratamentului termic cu cel cu ultrasunete, sunt distruse atât microorganismele termorezistente cât și cele psihrofile.

Prin tratarea cu ultrasunete a boabelor de cereale se realizează o distrugere parțială sau totală a microorganismelor de pe suprafața lor, astfel că se mărește considerabil durata de păstrare în condiții bune.

O altă aplicație a ultrasunetelor o constituie sterilizarea ambalajelor în câmp sonor, când se produc aerosoli de apă oxigenată dispersați pe suprafața materialului. Prin spălarea cu materiale igienizante a ambalajelor, concomitent cu utilizarea ultrasunetelor, se intensifică acțiunea de curățire a acestora.

Utilizarea ultrasunetelor în operații de transfer de substanță a determinat apariția unor instalații de uscare în câmp sonor, cu deosebire la materialele pulverulente, precum și la instalații de uscare în strat fluidizat la care frecvența ultrasunetelor atinge valori de 250 kHz.

8.6. Conservarea alimentelor prin procesare termică

Aceste metode prelucrează termic alimentele prin alte procedee decât cele clasice, aici fiind incluse tratarea cu microunde și încălzirea ohmică.

8.6.1. Conservarea alimentelor cu ajutorul microundelor

Microundele sunt radiații electromagnetice de frecvență ridicată (între 300 MHz și 300 GHz) și lungimi de undă cuprinse între 0,001-1 m. Având în vedere utilizarea pe scară largă a microundelor, pentru aplicațiile industriale a fost stabilită frecvența de 2450 MHz.

Microundele sunt generate de către un dispozitiv electronic numit magnetron și care emite energie radiantă de înaltă frecvență, cu centri de încărcare pozitivă și negativă ce își schimbă direcția de miliarde de ori pe secundă. Această energie este transmisă în spațiul închis, unde se află produsul alimentar, printr-un tub numit ghid de unde și o antenă. Materialul din care este realizată incinta are rolul de a reflecta microundele și a obține un sistem de rezonanță, astfel că produsul alimentar va capta energia câmpului de microunde.

Principiul de funcționare a unei instalații cu microunde este prezentat în figura 8.8. Generatorul de microunde 1 emite radiații electromagnetice care sunt captate de antena 2 și trimise prin intermediul ghidului de unde 3 în difuzorul 4 și mai departe în cavitatea 5 (spațiul unde se află produsul alimentar 7, ce se deplasează prin spațiul de tratament cu

ajutorul benzii 6.

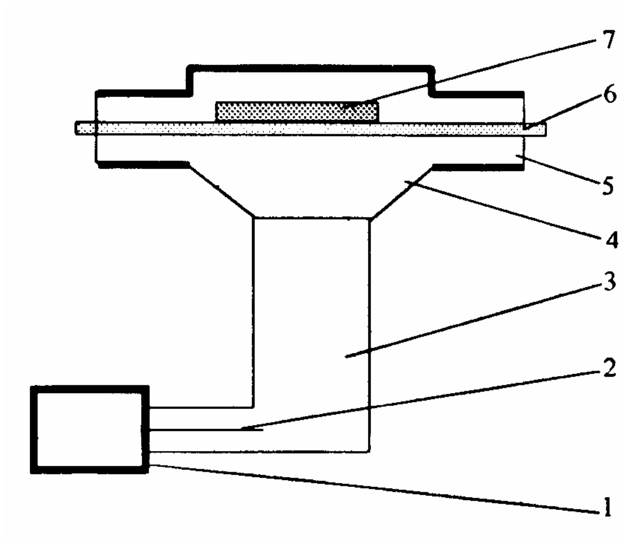


Fig. 8.8. Schema de principiu a unei instalații cu microunde

Încălzirea alimentelor cu ajutorul microundelor depinde de o serie de factori și proprietăți ale produsului alimentar, respectiv a ambalajului utilizat.

Dintre proprietățile produsului alimentar ce se supune încălzirii cu microunde se pot menționa: proprietăți dielectrice (constanta dielectrică, factorul de pierdere dielectric, tangenta la pierdere), proprietățile fizice și termice (forma, suprafața, densitatea, mărimea, masa conținutul în umiditate, temperatura inițială, conductivitatea electrică și termică, capacitatea termică masică).

În ceea ce privește materialul din care este realizat ambalajul acesta influențează procesul de încălzire prin proprietățile dielectrice și termice, precum și al rezistenței la temperatură. În funcție de felul în care se comportă materialele față de microunde avem: materiale transparente la microunde (sticlă, carton, materiale plastice), materiale ce captează microundele (unele sticle, porțelanuri, faianță și ceramică), respectiv materiale care reflectă microundele (materialele metalice).

O primă aplicație a microundelor în conservarea produselor alimentare o constituie uscarea și liofilizarea.

Instalațiile de uscare cu microunde lucrează la frecvența de 2450 MHz și în general sunt combinate cu uscare convențională, încălzirea produsului alimentar fiind simultană sau separată. Temperatura de lucru este mai ridicată decât la metodele convenționale, dar durata scade la jumătate la combinarea uscării cu microunde și cu aer cald.

Rezultate bune se obțin și la uscarea pastelor din legume și fructe în strat de spumă, pierderile în principii nutritive fiind mult mai mici de cât la uscarea convențională.

Liofilizarea cu ajutorul microundelor nu produce modificări calitative ale produselor alimentare comparativ cu metodele convenționale, dar ridică anumite probleme tehnice precum topirea miezului congelat și/sau supraîncălzirea parțială a stratului uscat, o încălzire neuniformă a materialului. Cu toate acestea liofilizarea cu ajutorul microundelor este mai eficientă din punct de vedere energetic comparativ cu metodele convenționale.

Microundele au fost utilizate pentru prima dată la uscarea cartofilor prăjiți (cunoscuți sub denumirea de chips) unde, pentru a nu afecta culoarea și gustul produsului, s-a combinat uscarea cu microunde și aer cald.

În SUA și apoi în Marea Britanie au fost realizate primele instalații de uscare continuă a cartofilor prăjiți, cu putere instalată de 50 kW, care la o durată de uscare de 2 minute realizau productivități de 750-1000 kg/h.

Uscarea finală cu microunde a scos în evidență o serie de avantaje precum: obținerea unei culori uniforme și deschise a cartofilor, indiferent de conținutul în amidon, uniformizarea umidității în masa produsului având ca efect mărirea duratei de păstrare,

creșterea productivității uscătorului cu 5-15 % și utilizarea ca materie primă a mai multor varietăți de cartof neacceptate la metodele convenționale.

În figura 8.9. este prezentată schema unei instalații de uscare în flux continuu cu microunde a cartofilor prăjiți de tipul chips.

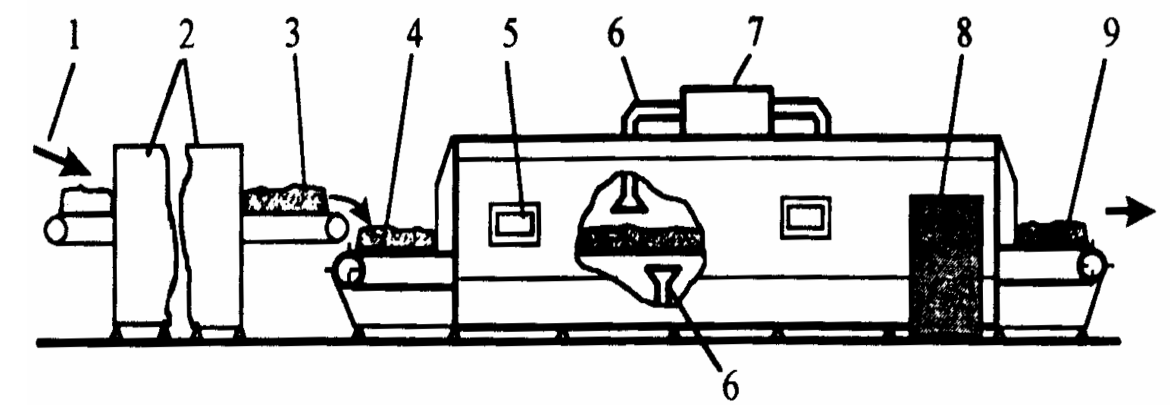
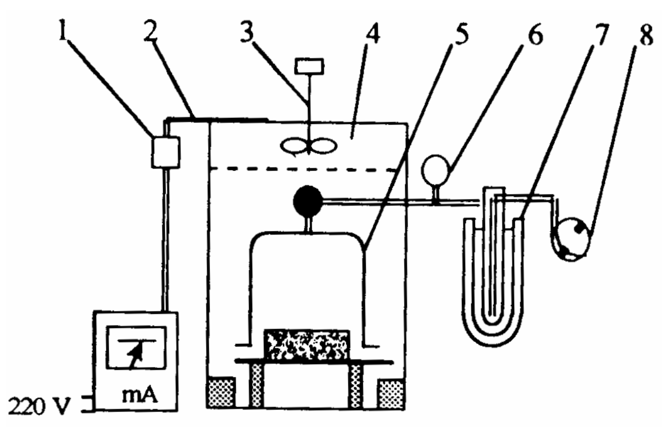


Fig. 8.9. Schema unei instalații de uscare a cartofilor prăjiți: 1- alimentare cu cartofi tăiați; 2- prăjitor; 3- strat de cartofi prăjiți; 4- bandă transportoare; 5- gură vizitare; 6- ghiduri de microunde; 7- magnetron; 8- instalație condiționare aer; 9- evacuare produs.

Uscarea cu microunde se aplică cu succes la produsele alimentare sub formă de paste și lichide cu un procent mai ridicat de substanță uscată, susceptibile la spumare abundentă în vid, câteva instalații de acest tip fiind prezentate în continuare.



Instalația din figura 8.10 este un model LMI alimentat cu un magnetron CSF, în care s-a introdus un clopot de sticlă racordat la o pompă de vid.

Fig. 8.10. Schema de principiu a unui uscător cu microunde sub vid (Archieri, 1971): 1- magnetron; 2- ghid de unde; 3- agitator; 4- cuptor cu microunde; 5- clopot de sticlă; 6- manometru; 7- condensator; 8- pompă de vid.

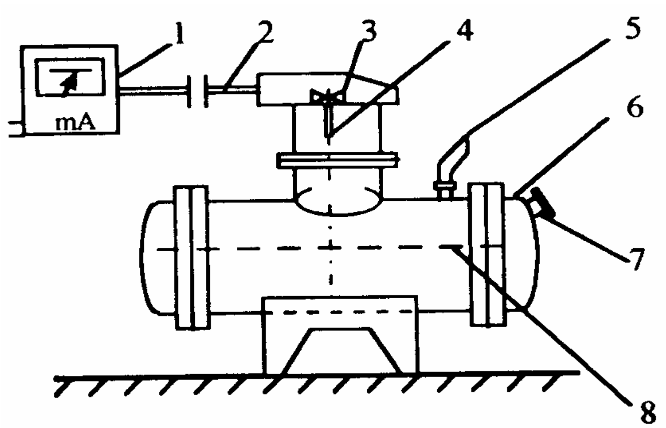
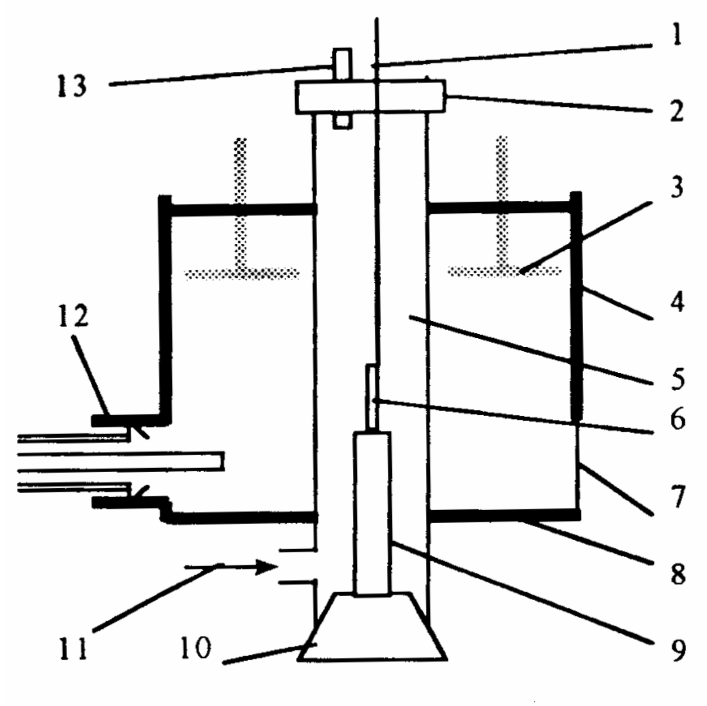


Fig. 8.11. Schema de principiu a uscătorului cu microunde sub vid (Archieri, 1971): 1- bloc alimentare; 2- cordon de alimentare; 3- magnetron; 4- antenă; 5- racord vid; 6- vas din oțel inoxidabil; 7- gură vizitare; 8- tolă perforată.

Din datele experimentale s-a constatat că uscarea în instalații cu vid și microunde este mai rapidă comparativ cu alte metode de uscare, iar temperaturile atinse sunt moderate, fapt ce permite păstrarea calităților senzoriale ale produselor alimentare.



În practică se utilizează pe scară largă acest procedeu pentru obținerea pudrelor instant din sucuri de fructe, hidrolizate proteice, sosuri și alte extracte de plante, care comparativ cu liofilizarea sunt mai bune calitativ și cu prețuri mai mici.

Fig. 8.12. Schema de principiu a unei instalații de liofilizare cu microunde (Chen, 1993): 1- termometru; 2- capac aluminiu; 3- piese culisante; 4- cavitate cu microunde; 5- tub de cuarț; 6- produs; 7- vizor; 8- fund; 9- suport produs; 10- dop de cauciuc; 11- racor vacuum; 12- intrare microunde; 13- intrare azot.

O instalație de liofilizare cu microunde este prezentată în figura 8.12. Din punct de vedere constructiv este alcătuită dintr-o cavitate cu microunde, în centrul căreia se găsește un tub de cuarț și suportul pentru produsul congelat. Tubul de cuarț este conectat la o instalație de vid și o altă instalație de administrare a azotului.

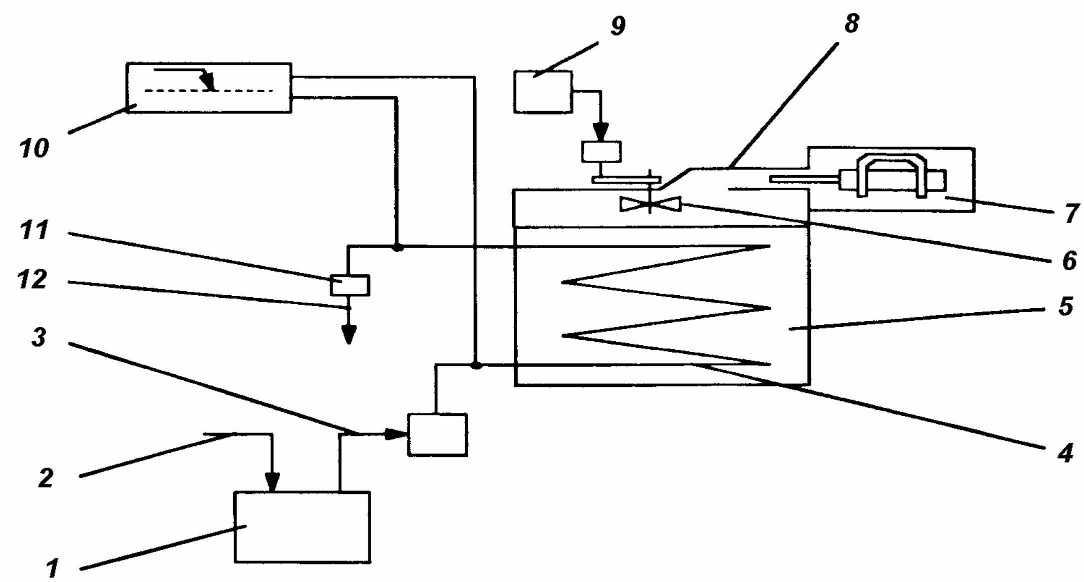


Fig. 8.13. Schema instalației de pasteurizare a laptelui cu microunde (Kudra, 1991): 1- rezervor lapte refrigerat; 2- alimentare lapte; 3- pompă dozatoare; 4- serpentină; 5- cavitate cu microunde; 6- agitator; 7- magnetron; 8- ghid de unde; 9- controlor motor; 10- înregistrator temperatură; 11- debitmetru; 12- evacuare lapte pasteurizat.

Numeroase studii au fost efectuate cu privire la utilizarea microundelor la pasteurizarea și sterilizarea produselor alimentare. Astfel au fost realizate echipamente și instalații pentru pasteurizarea și sterilizarea lichidelor alimentare, dar și a cărnii și produselor din carne, fructe conservate, mâncăruri preparate, produse de panificație și patiserie, etc. Microundele contribuie la reducerea florei microbiene, a bacteriilor, mucegaiurilor și a altor microorganisme dăunătoare alimentelor, prin efectul termic realizat, produsele alimentare fiind trecute printr-un câmp de microunde sau un ghid de unde.

O instalație experimentală pentru pasteurizarea laptelui este prezentată în figura 8.13. Cuptorul cu microunde este folosit la încălzirea laptelui sau a soluțiilor componente ale laptelui, plecând de la temperatura de refrigerare până la valori sub 100 ^{0}C, având controlul asupra tuturor parametrilor tehnici precum debit, temperatură și durată de menținere.

Pentru o mai bună distribuire a microundelor în interiorul cavității se folosește un agitator acționat de către un motor electric.

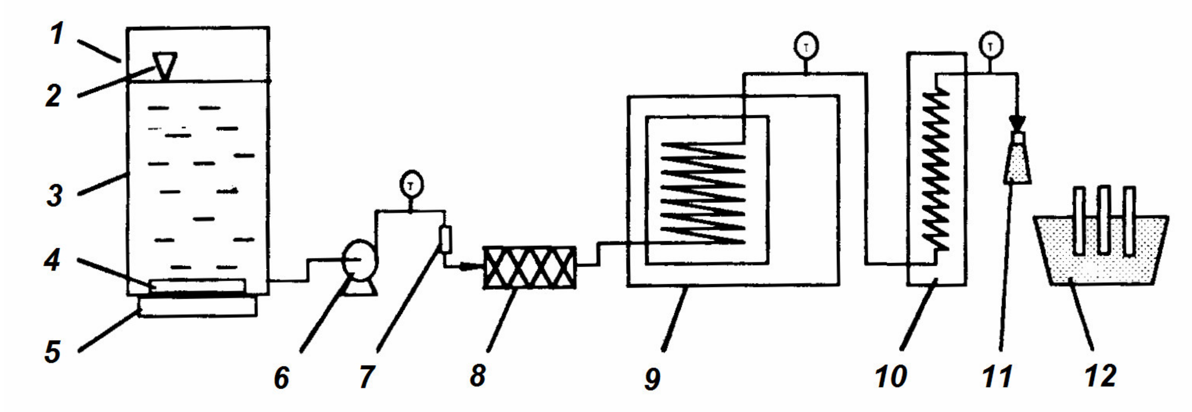


Fig. 8.14. Schema instalației de pasteurizare cu microunde a sucului de fructe (Mudgett, 1986): 1- rezervor; 2- indicator nivel; 3- lichid; 4- magnet; 5- agitator; 6- pompă; 7- debitmetru; 8- amestecător static; 9- cuptor cu microunde; 10- zonă de menținere ; 11- vas colector; 12- baie de gheață.

Instalația de pasteurizare a sucurilor de fructe (fig. 8.14.) realizează pomparea lichidului din rezervorul tampon către un amestecător static, prin serpentina din interiorul cuptorului cu microunde unde are loc încălzirea lui. Menținerea la temperatura de pasteurizare se realizează într-un corp separat de cuptor, iar răcirea se face într-o baie de gheață pentru a stopa efectul temperaturii asupra produsului alimentar.

Studiile efectuate pe astfel de instalații au permis stabilirea unor regimuri de lucru, care să asigure distrugerea sau inactivarea unor categorii de microorganisme.

Utilizarea microundelor la pasteurizarea unor produse de tipul pastelor făinoase proaspete (numite produse ready-to-eat și ready-to-heat) a cunoscut o dezvoltare semnificativă în lume, o asemenea instalație de pasteurizare în flux continuu a pastelor de tip tortellini fiind prezentată în figura 8.15. Regimul de lucru este caracterizat prin încălzirea pastelor la 75-80 ^{0}C , menținerea la această temperatură timp de 6-7 minute și răcirea la temperatura de păstrare.

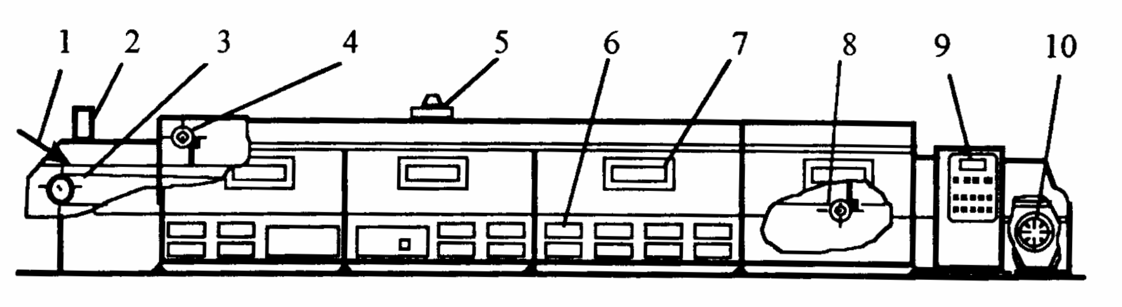


Fig. 8.15. Schema instalației de pasteurizare a pastelor proaspete tip tortellini (Miglioli, 1987): 1- alimentare cu produse; 2- sistem de acționare; 3- bandă transportoare din teflon; 4.8.- magnetroane; 5- grup răcire magnetroane; 6- alimentare magnetroane; 7- guri vizitare; 9- panou comandă; 10- sistem de încălzire și recirculare a aerului.

Aceleași tipuri de instalații prezentate anterior sunt folosite și la sterilizarea produselor alimentare sub formă lichidă sau păstoasă, cu modificarea corespunzătoare a regimului termic. În cazul sterilizării cu microunde a produselor altele decât cele lichide, părțile principale ale unei instalații sunt prezentate în figura 8.16.

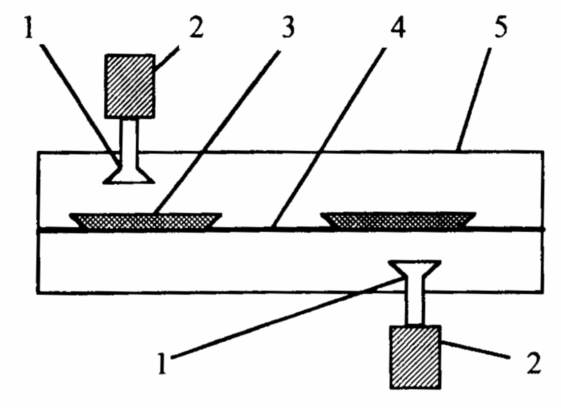


Fig. 8.16. Structura unei instalații de pasteurizare/sterilizare cu microunde (Schlegel, 1992): 1- ghid de unde; 2- magnetron; 3- tavă cu produs; 4- bandă transportoare; 5- cameră de tratament termic.

În funcție de produsul supus tratamentului termic, instalațiile de pasteurizare/sterilizare cu microunde asigură productivități de până la 4500-5000 tăvi pe oră, timpul necesar atingerii temperaturii de lucru fiind de până la zece ori mai redus comparativ cu metodele convenționale, în timp ce produsele își păstrează calitățile senzoriale precum gust, culoare, aromă.

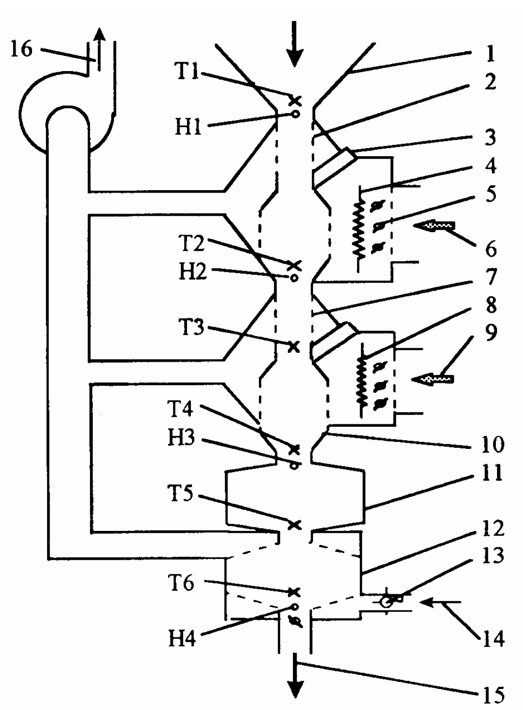


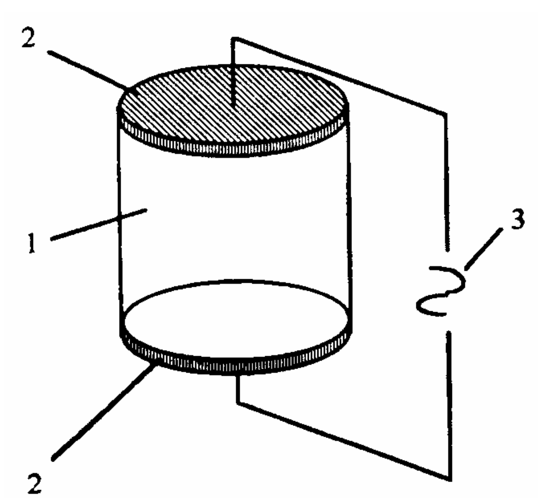
Fig. 8.17. Schema instalației de uscare și dezinsecție a cerealelor (Meisel, 1990): 1- alimentare cereale; 2,7- ferestre; 3- magnetron; 4,8- radiator electric; 5- clapete; 6,9- aspirație aer; 10- debitmetru cereale; 11- rezervor menținere la cald; 12- rezervor răcire; 13- ventilator; 14- aspirație aer rece; 15- descărcare cereale prelucrate; 16- evacuare aer uzat; T1-T6- termometre; N1-H4- higrometre.

Microundele sunt folosite și la tratarea cerealelor, leguminoaselor pentru boabe și a unor produse alimentare în vederea distrugerii insectelor , ca metodă alternativă la tratamentele cu insecticide chimice, o astfel de instalație este prezentată în figura 8.17. Aceasta realizează, pe lângă dezinsecția cerealelor și uscarea acestora, combinând microundele cu aerul cald.

Microundele mai sunt utilizate și pentru alte procese tehnologice în industria alimentară precum coacerea unor produse alimentare, opărire, topire grăsimi, plastifierea brânzeturilor, coagularea emulsiilor, obținerea alcoolului din manioc, uscarea și prăjirea nucilor, etc.

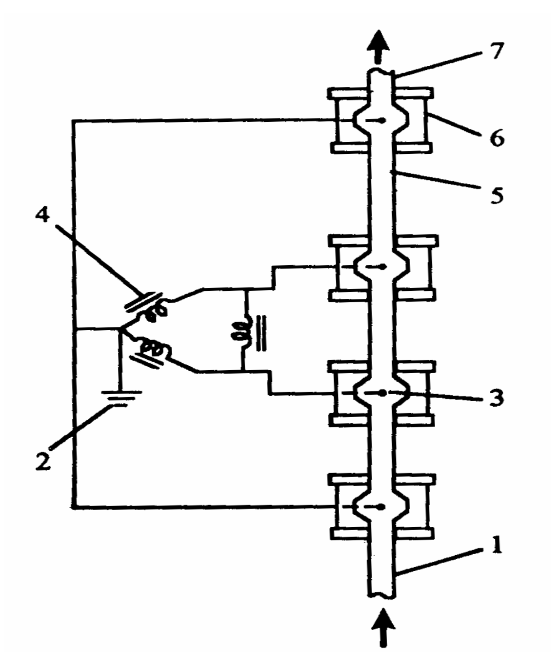
8.6.2. Conservarea alimentelor prin încălzire ohmică

Utilizarea energiei electrice la încălzirea unor corpuri datează de la descoperirea curentului electric și era folosită la încălzirea materialelor fluide. Principiul metodei este prezentat în figura 8.18.



Produsul alimentar este pus între doi electrozi alimentați la o sursă de tensiune. La trecerea curentului prin produs, datorită rezistivității electrice, energia termică generată prin efectul Joule în interiorul produsului duce la creșterea temperaturii uniform în întreaga masă a sa. Trebuie ales acel regim de frecvență și intensitate a câmpului electric care să nu ducă la electroliza produsului alimentar.

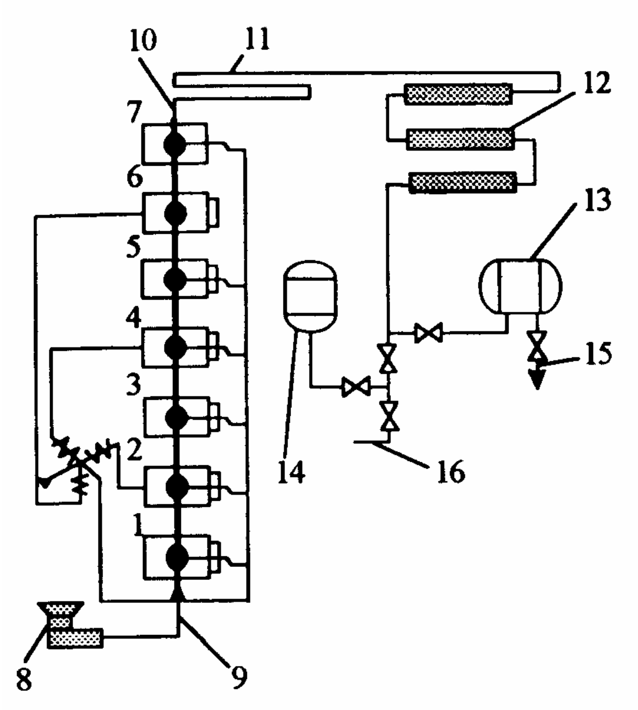
Fig. 8.18. Principiul încălzirii ohmice (Parrot, 1992): 1- produs alimentar; 2- electrozi; 3- sursă de curent alternativ.



Prin încălzirea ohmică produsul este adus la temperatura de sterilizare într-un timp scurt, fapt ce nu produce afectarea calităților senzoriale. Acest lucru recomandă utilizarea încălzirii ohmice în cadrul tratamentelor UHT. Dacă în cazul schimbătoarelor de căldură convenționale ce folosesc agenți termici tratamentul UHT se aplică la produsele lichide omogene, încălzirea ohmică se poate aplica și la produsele cu structură eterogenă.

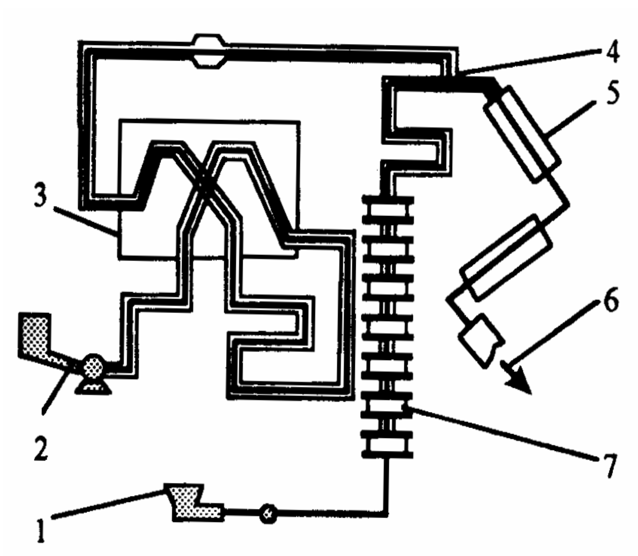
Fig. 8.19. Schema unui schimbător de căldură cu încălzire ohmică (Skudder, 1990): 1- racord admisie produs; 2- priză de pământ; 3- electrod; 4- transformator; 5- coloană încălzire; 6- carcasă electrod; 7- evacuare produs prelucrat.

Schema unui încălzitor ohmic cu coloană și funcționare continuă este prezentată în figura 8.19., fiind destinat prelucrării amestecurilor de tip solid-lichid. Instalația are minim patru electrozi montați în câte o carcasă și dispuși pe o coloană care, are aceiași impedanță electrică în zonele de încălzire. Materialul este trimis pe la partea inferioară prin pompare, urcând progresiv prin coloană unde se încălzește la temperatura de tratare și este evacuat pe la partea superioară. Viteza de trecere și parametrii câmpului electric se stabilesc în funcție de caracteristicile produsului și regimul termic ce trebuie aplicat.



În figura 8.20. este prezentată schema unei instalații de sterilizare la care, produsul alimentar încălzit cu ajutorul a șapte electrozi, este menținut la nivelul temperaturii de sterilizare într-o serpentină, după care este răcit la temperatura de depozitare.

Fig. 8.20. Schema instalației de sterilizare cu schimbător de căldură cu încălzire ohmică (Parrot, 1992): 1-7- electrozi; 8- pompă admisie lichid; 9- intrare produs; 10- evacuare produs; 11- serpentină menținere; 12- răcitoare tubulare; 13- rezervor aseptic; 14- rezervor



În cazul produselor alimentare la care proporția de solide în amestecul solid-lichid ajunge până la 40 %, se utilizează o instalație de sterilizare ce combină încălzirea ohmică cu cea termică convențională (fig. 8.21.).

Fig. 8.21. Schema instalației de sterilizare cu încălzire combinată (Parrot, 1992): 1- alimentare fracție solidă; 2- alimentare fracție lichidă; 3- schimbător de căldură cu plăci; 4- zonă injectare fază lichidă; 5- răcitor tubular; 6- evacuare produs tratat; 7- schimbător de căldură cu încălzire ohmică

Această instalație tratează termic separat faza lichidă de cea cu concentrație mare în faza solidă. Astfel prima fracție este sterilizată folosind un schimbător de căldură cu plăci și agent termic convențional, în timp ce a doua fracție este trecută la schimbătorul de căldură cu încălzire ohmică, la ieșirea din acest aparat fracția lichidă fiind injectată în

fracția cu concentrație mare în particule solide, după care produsul asamblat este supus răcirii.

Un astfel de procedeu combină avantajele celor două moduri de sterilizare, reducând timpul și implicit costurile, instalațiile industriale de acest fel realizând productivități de până la 2,5-3 t/h.

Încălzirea ohmică prezintă o serie de avantaje în comparație cu metodele convenționale, dintre care se pot menționa: timpul necesar încălzirii este mai mic iar viteza de încălzire este aproape constantă; particulele produsului alimentar se încălzesc identic nemaifiind diferențe de temperatură între faza lichidă și faza solidă; nu se formează crustă la contactul dintre produs și suprafața electrodului.

Ca urmare a faptului că încălzirea ohmică nu impune anumite limite precum metodele convenționale, acest procedeu este foarte avantajos în conservarea alimentelor prin tratamente de tipul HTST și UHT, acolo unde tratamentele termice convenționale nu se pot utiliza.

B I B L I O G R A F I E

1. Amarfi R., ş.a. 1996 - *Procesarea atermică şi termică în industria alimentară*. Editura Alma, Galaţi.

2. Archieri M., et al., 1971 – *Deshydratation sous vide par micro-onde*. Ind. Alim. Agr. Nr. 3, p. 279-288.

3. Balan O. 1999 - *Materii prime şi materiale pentru industria alimentară*. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi" Iaşi.

4. Banu C., ş.a. 1992 - *Progrese tehnice, tehnologice şi ştiinţifice în industria alimentară*. Vol I, Editura Tehnică, Bucureşti.

5. Banu C., ş.a. 1985 - *Îndrumător în tehnologia preparatelor din carne*. Editura Tehnică, Bucureşti.

6. Banu C., ş.a. 2002 - *Manualul inginerului de industrie alimentară*. Vol. II, Editura Tehnică, Bucureşti.

7. Băcăuanu A. 1997 - *Operaţii şi utilaje în industria chimică şi alimentară*. Editura „Gh. Asachi" Iaşi.

8. Băisan I. 1999 - *Tehnologii în industria alimentară*. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi" Iaşi.

9. Băisan I. 2004 - *Operaţii şi procese în industria alimentară*. Universitatea Tehnică „Gh. Asachi" Iaşi.

10. Berk Z. 2008 - *Food Science and Technology*. Academic Press, London.

11. Berzescu P., Dumitrescu M. 1981 - *Tehnologia berii şi a malţului*. Editura Ceres, Bucureşti.

12. Brennan J.G. 2006 - *Food Processing Handbook*. Wiley-VCH Publisher.

13. Brennan J.G. 1990 - *Food Engineering Operation*. 3rd edn. Elsevier Applied Science, London.

14. Brown A.C. 2007 - *Understanding Food: Principles and Preparation*. Thomson-Wadsworth Learning Inc. Florida.

15. Boeru Gh., Puzdrea D. 1980 - *Tehnologia uleiurilor vegetale*. Editura Tehnică, Bucureşti.

16. Campbell-Platt, G., 1990 - *Minimal Methods of Food Preservation*. Food Sci, Tehn. Today, vol 2, nr. 2, p. 95-103.

17. Cebotărescu I.D., ş.a. 1997 - *Utilaj tehnologic pentru vinificaţie*. Editura Tehnică, Bucureşti.

18. Charm S.E. et all. 1978 - *The Fundamentals of Food Engineering*. 3rd edn. AVI Publishing Co. Westport, Connecticut.

19. Cheftel J.C., et all. 1995 *Modifications of Food Proteins by High Pressure Processing*. 9th World Congress Food Sci. Tehn. 30.07-4.08 Budapest.

20. Chintescu G., Grigore Şt. 1982 - *Îndrumător pentru tehnologia produselor lactate*. Editura Tehnică, Bucureşti.

21. Costin I. 1988 - *Cartea morarului*. Editura Tehnică, Bucureşti

22. Cotea V., ş.a. 1982 - *Oenologie*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti

23. Culache D., Platon V. 1983 - *Tehnologia zahărului*. Editura Tehnică, Bucureşti.

24. Drăgan O., ș.a., 1983 - *Ultrasunete de mari energii*. Editura Academiei Române, București.

25. Fellows P. 2000 - *Food Processing Technology. Principles and Practices* 2nd. edn. Woodhead Publishing Limited and CRC Press, Florida.

26. Fuller G.W. 2011 - *New Food Product Development: From Concept to Marketplace*. 3rd. edn. Elsevier Applied Science, London.
27. Gaoncar A.G. 1995 - *Food Processing*. Elsevier Applied Science, London.
28. Godon B. 1996 - *Protenes vegetale. Collection Science et technique agroalimentaires*. Editure Lavoisier, Paris.
29. Guţulescu I., Dautner M. 1977 - *Tehnologia prelucrării legumelor şi fructelor*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
30. Haciadur O., Nicolau A. 1971 - *Fabricarea amidonului, glucozei şi dextrinei*. Editura Tehnică, Bucureşti.
31. Hallstrom B., et all. 1988 - *Heat Transfer and Food Products*. Elsevier Applied Science, London.
32. Hartel R.W., et all. 2008 - *Math Concepts for Food Engineering*. 2nd. Edn. CRC Press Publisher.
33. Heyse K.U., et all. 1996 - *Handbuch der Brauerei Praxis*. Editura Carl Getranke Fachverlag.
34. Hopulele T. 1979 - *Tehnologia berii, spirtului şi a drojdiei*. Vol I şi II, Universitatea din Galaţi.
35. Hui Y.H., et all. 2007 - *Handbook of Food Products Manufacturing*. Hoboken N.J. Publisher.
36. Iliescu Gh., Vasile C. 1983 - *Caracteristici termofizice ale produselor alimentare*. Editura Tehnică, Bucureşti.
37. Ioancea I., Kathrein I. 1988 - *Condiţionarea şi valorificarea superioară a materiilor prime vegetale în scopuri alimentare*. Editura Ceres, Bucureşti.
38. Ion D., Falbock R. 1997 - *Microbiologie şi chimie alimentară*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
39. Janke S., 1993 - *Labor-Hochdruckmaschine zum schonenden Kaltsterilisieren*. ZFL vol. 44, nr. 3, p. 82
40. Kader A.A., 1986 – *Potential Applications of Ionizing Radiation in Postharvest Handling of Fresh Fruits and Vegetables*. Food Techn. Nr. 6, p. 117-121
41. Kathrein I., ş.a. 1981 - *Tehnologia berii şi a malţului*. Editura Ceres, Bucureşti.
42. Kudra T., ae al., 1997 – *Heating Characteristics of Milk Constituents in a Microwave Pasteurization System*. J. Food Sci., vol. 56, p. 931-937
43. Kunze W. 1996 - *Technology brewing and malting*. Editura VLB, Berlin.
44. Lupea A.X. 1995 - *Tehnologii în industria alimentară*. Universitatea Politehnica Timişoara.
45. Macici M. 1990 - *Tehnologii moderne de producere a vinurilor*. ICVV Valea Călugărească.
46. Mathlouthi M., et all. 1986 - *Food Packaging and Preservation*. Elsevier Applied Science, Essex.
47. Meisel N., 1990 – *Les micro-ondes dans les industries agroalimentaire*. Ind. Alim. Agr. nr. 10, p. 929-932.
48. Mertens B., Knorr D., 1992 – *Developments of Nonthermal Processes for Food Preservation*. Food Tehn. Nr. 5, p. 124-133.
49. Mertens B., 1993 - *Developments în High Pressure Food Processing*. ZFL vol. 44, nr. 3, p. 100-182.
50. Miglioli L., et. al., 1987 – *Impiego di un prototipo industriale a microonde per la pasteurizzazione di tortellini freschi a ridotta umidita relativa*. Industria Conserve nr. 3, p. 205-208.
51. Mihalca Gh., ş.a. 1980 - *Congelarea produselor horticole şi prepararea lor pentru consum. Editura* Tehnică, Bucureşti.
52. Moraru C. 1998 - *Tehnologia şi utilajul industriei morăritului şi a crupelor*. Fascicula 1A. Universitatea din Galaţi.

53. Mudgett R.E., 1986 – *Microwave Properties and Heating Characteristics of Food*. Food Techn., nr. 6, p. 84-98.

54. Muscă M. 1984 - *Tehnologia generală a industriei alimentare*. Universitatea din Galaţi.

55. Nedeff V. 1997 - *Materii prime şi tehnologii generale în industria alimentară*. Universitatea din Bacău.

56. Niculiţă R., Purice N. 1986 - *Tehnologii frigorifice în valorificarea produselor alimentare de origine vegetală*. Editura Ceres, Bucureşti.

57. Niculiţă R., Purice N. 1986 - *Tehnologii frigorifice în valorificarea produselor alimentare de origine animală*. Editura Ceres, Bucureşti.

58. Oţel I. 1979 - *Tehnologia produselor din carne*. Editura Tehnică, Bucureşti.

59. Panţuru D., ş.a. 1997 - *Calculul şi construcţia utilajelor din industria morăritului*. Editura Tehnică, Bucureşti.

60. Parrott D.L., 1992 – *Use of Ohmic Heating for Aseptic Processing of Food Particulates.* Food Techn. Nr. 12, p. 68-72.

61. Pavel O., ş.a. 1980 - *Utilajul şi tehnologia prelucrării cărnii şi laptelui*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

62. Pieper H.J., Bruchmann E. 1993 - *Technologie der Obstbrennerei*. Ulmer Verlag, Stuttgart.

63. Pomohaci N., ş.a. 1990 - *Oenologie*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

64. Predescu T., ş.a. 1970 - *Tehnologia industriilor fermenta*tive. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

65. Răşinescu I., ş.a. 1988 - *Lexicon-îndrumar pentru industria alimentară. Tehnologii, procese şi produse*. Vol. I şi II, Editura Tehnică, Bucureşti.

66. Rehm N., Reed G. 1996 - *Biotechnology.* Vol 6, VCH Weinheim.

67. Schlegel W., 1992 – *Commercial Pasteurization and Sterilization of Food processing of Food Products Using Microwave Technology*. Food Techn. Nr. 12, p. 62-63.

68. Segal B. 1975 - *Tehnologii generale în industria alimentară*. Universitatea din Galaţi.

69. Segal B., ş.a. 1991 - *Aspecte noi în tehnologia băuturilor răcoritoare*. Universitatea din Galaţi.

70. Simpson R. 2009 - *Engineering Aspects of Thermal Food Processing*. CRC Press Publisher, Florida

71. Simpson K.B., et all. 2012 - *Food Biochemistry and Food Processing*. Wiley-Blackwell Publisher.

72. Sing P.R., Heldeman D.R. 2008 - *Introduction in Food Engineering*. Academic Press, London.

73. Stănculescu Gh., ş.a. 1975 - *Tehnologia distilatelor din fructe şi vin*. Editura Ceres, Bucureşti.

74. Stenning R., et all. 1995 - *The Use of Propane Jet Freezing to Study Ultrastructural Changes to Microbes Causes by High Pressure*. 9th World Congress Food Sci. Tehn. 30.07-4.08 Budapest.

75. Stroia A. 1978 - *Cartea lucrătorului din industria zahărului*. Editura Tehnică, Bucureşti.

76. Stroia A.L., Potcoavă A. 1984 - *Memorator pentru industria zahărului*. Editura Ceres, Bucureşti.

77. Toledo R.T. 2010 - *Fundamenthals of Food Processing*. Springer Verlag, Berlin.

78. Ţenu I. 1997 - *Tehnologii, procedee, maşini şi instalaţii pentru industrializarea produselor vegetale*. Editura BOLTA RECE, Iaşi.

79. Voicu Gh., Căsăndroiu T. 1995 - *Utilaje pentru morărit şi panificaţie*. Universitatea Politehnica din Bucureşti.

80. Weemaes C., et all. 1995 - *Thermal and High Pressure Inactivation of α-amilase*. 9th World Congress Food Sci. Tehn. 30.07-4.08 Budapest.

81. Yen G.C., Lin H.T. 1995 - *Sterilization and Preservation of Guava Juice by High Pressure Treatment*. 9th World Congress Food Sci. Tehn. 30.07-4.08 Budapest.
82. Zaharia T. 1984 - *Cartea lucrătorului din industria produselor făinoase*. Editura Tehnică, Bucureşti.